<36635571150013

<36635571150013

Bayer. Staatsbibliothek

~~J.9 1766.4~~ Phis: gen ~~274~~ 131
~~Phil. 1324.~~

Phys. gen. ~~797~~
131
Physica. Systemata & methodi
181.

R

Matthias Gablers

der Gottesgelehrtheit und Weltweisheit Doktors, Sr. chur-
fürſtl. Durchleucht zu Pfalz-Baiern ꝛc. wirklichen Rathes,
öffentlichen und ordentlichen Lehrers in der philoſ. Facultät
zu Ingolſtadt, in dem churfürſtl. albertiniſchen Kollegium Prä-
fects der Studien, der deutſchen Geſellſchaft in Jena, und der
churmainziſchen Akademie der Wiſſenſchaften zu
Erfurt Mitgliedes

Naturlehre.

Zum Gebrauche
öffentlicher Erklärungen.

München,
bey Joseph Aloys von Crätz. 1780.

Der

Churfürſtlichen,

gnädigſt aufgeſtellten,

hohen

Miniſterial = Commiſſion,

über die

Univerſität zu Ingolſtadt.

Bayerische Staatsbibliothek München

Seiner Excellenz

dem Hochgebohrnen

Herrn

Joſeph Franz Maria

des heil. Röm. Reichs Grafen von Seinsheim,
Innhaber der Herrſchaft Sünching, Weng, und Moßweng, Seehauſen, Hohenrottenheim, Erlach, Marktbreit, Prezfeld, Wanbach, Grafentraubach, Graſelfing, Hofkirchen, und Schönach, Seiner dermal regierenden, wie auch Ihrer in Gott ruhenden Römiſch-Kaiſerlichen Maieſtäten, und Seiner Churfürſtlichen Durchleucht zu Pfalz-Baiern ꝛc. ꝛc. Kammerern, wirklichen geheimden Rathe, und Conferenzminiſtern, Großhofmeiſtern, Präſidenten erwähnter Miniſterialcommiſſion, Pflegern zu Schongau, der Churpfalzbaierſchen hohen Ritterorden des heil. Hubert, und heil. Georg Rittern, reſpective Großcommenthur, und Großkanzlern, wie auch Oberkammerern des Herzogthum Franken.

Bayerische Staatsbibliothek München

Seiner Excellenz
dem Hochwohlgebohrnen
Herrn
Wiguläus Aloys
Freyherrn von Kreittmayr
auf Offenſtetten ꝛc.
Höchſtgedacht Seiner Churfürſtlichen Durchleucht wirklichen geheimden Rathe, Conferenzminiſtern, und Staatskanzlern, wie auch Oberſtlehenprobſten, und erſten Commiſſär mehr erwähnter hohen Miniſterialcommiſſion.

Dem
Wohlgebohrnen
Herrn
Johann Georg von Lori,
Churfürſtlichen wirklichen geheimden Rathe, und über die iuridiſche Facultät gnädigſt beſtellten Commiſſär.

Dem
Wohlgebohrnen
Herrn
Johann Anton
Edlen von Woltter,
Churfürſtlichen wirklichen geheimden Rathe, des Hochlöblichen Collegii medici in München, Director, wie auch Büchercenſurrathe, und über die mediciniſche Facultät gnädigſt beſtellten Commiſſär.

Dem
Wohlgebohrnen
Herrn
Johann Kaſpar
Edlen von Lippert,

Churfürſtlichen wirklichen Reviſions- Commercien- Wechſelgerichts- und Büchercenſurrathe, wie auch beygeordneten Hofbibliothekär in München, und über die philoſophiſche Facultät gnädigſt beſtellten Commiſſär.

Dem
Hochwürdigen, und Hochedelgebohrnen
Herrn
Heinrich Braun,

der Gottesgelahrtheit Doctor, Churfürſtlichen wirklichen geiſtlichen Rathe, und des Hochanſehnlichen Unſer lieben Frauen Stifts in München Canonicus, des Wohllöblichen Predigerinſtitutes zu gedachten München, und der ſämtlichen Churfürſtlichen Lycäen und Gymnaſien, dann Realſchulen in Baiern, und der obern Pfalz Directorn, wie auch über die theologiſche Facultät gnädigſt beſtellten Commiſſär.

Meinen gnädigen und Hochzuehrenden Herren.

Euere Excellenzien,
Hochgebohrner, Hochwohlgebohrner, Wohlgebohrne, Hochwürdiger, und Hochedelgebohrner, gnädige, und Hochzuehrende Herren.

Ich wage es, den unermüdeten Beförderern der Literatur, den Vätern der höhern Wiſſenſchaften in Baiern, dieſe kleine Frucht eines langen Nachdenkens, und einer vielfältigen Uebung unterthänigſt zuzuſchreiben.

Das günſtige Urtheil einiger Gelehrten, welche einzelne Theile, wie ſie von Zeit zu Zeit im Drucke erſchienen, ihrer Achtung würdigten, und als gemeinnützig dem denkenden Publicum empfahlen, ſprach mir den Muth zuerſt ein, auf eine Zuſchrift an Euere Excellenzien, gnädige, und Hochzuehrende Herren auch nur zu gedenken.

Die beſondere Pflicht eines öffentlichen Lehrers, an der Verbreitung der gemeinnützigen Wiſſenſchaften unabläßig zu arbeiten; und eine andere Pflicht, es nach dem Winke unſeres gnädigſten Landesvaters, und der gnädigſt aufgeſtellten hohen Miniſterial-Commiſſion zu thun, beſtimmten mich zur Zeit, da ich eben die letzten zween Theile meiner Phyſik zu Stande brachte, ſo eine bequeme Gelegenheit

genheit zu ergreifen, die Empfindungen meiner unterthänigſten, und ehrfurchtvollen Verehrung gegen Euere Excellenzien, gnädige, und Hochzuehrende Herren durch ein öffentlich Denkmaal zu bezeugen.

Sollten dieſe meine geringen Bemühungen für die Phyſik, das Glück haben, Hochderoſelben Beyfall zu erhalten: ſo würde ihr innerer Werth mit einemmale genugſam entſchieden ſeyn.

Dieſer ſtille, vielbedeutende Ausſpruch wäre ein theueres Unterpfand von der gegründeten Hoffnung, die Grundlage zu den ökonomiſchen Wiſſenſchaften bald in den Händen junger zum Wohl und Ruhme des Vaterlandes heranwachſender Baiern zu ſehen: und zugleich ein mächtiger Antrieb für

 mich,

mich, auch das weite und fruchtbare Feld der Lan=des= und Staatswirthſchaft nach allgemein richti=gen Sätzen einer gründlichen Phyſik zu bear=beiten.

Euerer Excellenzien,
Meiner gnädigen, und Hochzuehrenden
Herren

Geſchrieben zu Ingolſtadt
am 19ten April 1779.

gehorſamſter Diener
Matthias Gabler.

Einleitung.

Begriff, und Gegenſtände der Naturlehre.

I.

Die Phyſik, oder Naturlehre hat eigentlich alle natürlichen Dinge, Geiſter ſowohl, als Körper, und alle Aenderungen, und Wirkungen derſelben zum Gegenſtande; im engeren Verſtande aber, in dem man ſie gemeiniglich nimmt, enthält ſie bloß die Lehre von den Körpern; hingegen die Geiſterlehre oder die Pnevmatologie macht einen beſonderen Theil der heutigen Philoſophie aus. Gleichwie aber nun ein zweyfaches Kenntniß von den Körpern möglich iſt: entweder ein bloß hiſtoriſches und ſinnliches, durch das man ſie von einander zu entſcheiden, und in die verſchiedenen Klaſſen einzutheilen weiß; oder ein philoſophiſches von ihrer innerlichen Natur, wodurch man die hinlänglichen Urſachen von ihren Eigenſchaften, und allen Aenderungen einſieht: ſo zerfällt die Naturlehre abermal in zween Theile,

nämlich in die **Naturgeſchichte**, und in die **Naturlehre im ſtrengſten Verſtande**, welche alſo nichts anders iſt, als **die Wiſſenſchaft von den hinlänglichen Gründen aller Aenderungen in der Körperwelt.**

* Es erklecket zum phyſikaliſchen Kenntniße nicht, zu wiſſen, daß z. B. zum Wachsthum einer Pflanze Waſſer vonnöthen ſey, daß die Erde durch den Dunger fruchtbarer werde, daß die Dünſte in die Luft aufſteigen, und durch Regen, oder Schnee ꝛc. wieder auf die Erde zurückfallen, daß die Magnetnadel gegen Norden hinſtehe, daß der Mond ſeinen Lauf monatlich vollende ꝛc. Der Phyſiker muß auch den hinlänglichen Grund von allen dieſem anzugeben wiſſen, d. i. warum es alles ſo, und nicht anders geſchehe.

1.) **Die Naturlehre ſetzt alſo die Naturgeſchichte ſchon zum voraus**; weil man das vorher kennen muß, von dem man den hinlänglichen Grund angeben will.

2.) **Eben ſo wenig kann die Naturlehre ohne Chemie beſtehen**; welche die Beſtandtheile der Körper, und das Verhältniß derſelben, die Wirkungen und Eigenſchaften der zuſammengeſetzten Körper ſowohl, als der einzelen Theile unterſuchet; denn dieſe Unterſuchungen müſſen dem Naturlehrer immer das Licht vortragen, und von ihm vielmal zum Grunde gelegt werden, um die hinlänglichen Urſachen der natürlichen Dinge zu erfinden.

3.) Gleichwie man auch ferner, um den wahren Grund einer Wirkung angeben zu können, das Verhältniß der Wirkung und der wirkenden Kraft zu zeigen, und oft hundert Vergleichungen anzuſtellen hat; dieſes alles aber das

Geſchäft

Geſchäft der **Mathematik** iſt: ſo läßt es ſich nicht vernünftig zweifeln, **daß auch dieſe für die Naturlehre unentbehrlich** ſey.

4.) Aus dem Begriffe der Naturlehre erhellt auch der **große und weite Umfang** dieſer Wiſſenſchaft. Die ganze Körperwelt, und alle Aenderungen in derſelben machen ihren Gegenſtand aus. Es läßt ſich alſo nicht zweifeln, daß, gleichwie ſchon ſehr viele und höchſt merkwürdige Erfindungen gemacht worden ſind, wie wir es durchgängig ſehen werden; ſo auch für die Zukunft immer neue und neue Vervollkommnungen möglich ſeyen. Den höchſtmöglichen Grad der Vollkommenheit wird ſie ſo lange nicht erreichen können, als der Verſtand des Menſchen begränzet iſt, das iſt, niemal; Gott allein iſt der anſchauende Blick in das Weſen ſeiner Geſchöpfe eigen.

5.) Demungeachtet kann man die weitſchichtige, und **ſich auf alle Gattungen des Guten reichverbreitende Nutzbarkeit der Naturlehre nimmer in Zweifel ziehen**; denn, je mehr, und genauer wir die hinlänglichen Urſachen der Aenderungen in der Körperwelt anzugeben wiſſen, deſto ſicherer werden wir die ökonomiſchen Vortheile im Feldbaue, in der Viehzucht, im Forſtweſen, im Kaufen und Verkaufen verſchiedener Waaren, und in der ganzen Wirthſchaft einſehen, und betreiben, die Künſte, und Handwerke vervollkommnen, die Betrüge argliſtiger Leute aufdecken, den Aberglauben verfolgen, kindiſche Furcht vor Geſpenſtern, und Lufterſcheinungen, uns und andern benehmen, freventliche Urtheile bey natürlichen Unglücksfällen widerlegen; die wirklichen Wunder richtiger prüfen, gründlicher ver-

theidi-

theidigen, und von Betrügen und natürlichen Begebenheiten unterſcheiden; und endlich ſelbſt von dem Weſen, das dieſes Alles gemacht hat, einen deutlichern, ausgebreiteteren, ſachereichern Begriff machen können.

Von der Methode in der Naturlehre.

II.

Erfahrungen ſind unmittelbare Urtheile von den Dingen, die auf unſere Sinne wirken. Geſchieht dieſe Wirkung, nachdem wir ſelbſt, die Körper in Abſicht, dieſelbe Wirkung zu erhalten, in gewiſſe Umſtände verſetzet haben, ſo nennt man dieſe Erfahrung eigentlich einen **Verſuch** (experimentum); im widrigen Falle, wo ſie in ihrem natürlichen Zuſtande auf uns wirken, eine **Beobachtung**. Ein **Phänomen**, oder eine **Erſcheinung** heißt eine iedwede bemerkungswürdige äuſſere Wirkung auf unſere Sinne.

III.

Bey dem Verſuchen ſoll man mit allem Bedachte zu Werke gehen: alle Umſtände genau erwägen: jeden Körper, der gebraucht wird, einzeln, und in der Verbindung mit den übrigen zuſammen, und wieder mit jedem inſonderheit unterſuchen: nur taugliche und vollkommene Werkzeuge wählen. Sonderbar hat man ſich vor den Vorurtheilen ſorgfältigſt zu bewahren, daß man ja nicht mehr zu erfahren glaube, als man wirklich erfährt. Ueberhaupt ſoll man ſich pünctlich an die Regeln einer geſunden Logik (a) halten. Die Verſuche, auf welche man zu bauen gedenket,

---

(a) Z. B. Stattlers, Böhmens, Frid. Mayers ꝛc. ꝛc. Sonderbar verdient hierüber H. Zimmermans Erfahrung in der Medicin, 1. Theil geleſen zu werden.

ket, ſollen der größern Sicherheit halber öfters wiederholet werden. 2.) Eben das gilt auch von den Beobachtungen; Diejenigen, welche zu allen Zeiten, von jedermann eingeholet werden können, und in allen Umſtänden ähnlich befunden werden, hat man vorzüglich für richtig zu halten.

IV.

Es ſtehen dem Phyſiker ſonderbar zween Wege offen, auf denen er die Urſachen natürlicher Dinge finden kann. Der eine iſt der **Weg der Erfahrung** (a poſteriori), welchen der große, und um die Naturlehre mehr als verdienſtvolle Newton eingeſchlagen, und allen Naturlehrern durch 4 Hauptregeln (a) vorgezeichnet hat. Er ſpürte der Wahrheit durch die Erfahrungen, und durch die Zerlegung der Erfahrungen (analytice) nach, zog aus dieſen anfangs nur ſonderbare, einzele, und auf gewiſſe Körper, und Umſtände eingeſchränkte Sätze, die ſo, wie ſie aus den unläugbaren Erfahrungen unmittelbar floſſen, ebenfalls unläugbar ſeyn muß-

(a) L. III. Princ. Math. Phil. nat. I. Effectuum naturalium cauſſae non plures admittendae ſunt, quam quae et verae ſunt, et effectibus explicandis ſufficiunt; II. ideoque effectuum eiusdem generis eaedem aſſignandae ſunt cauſſae, quantum fieri poteſt. III. Qualitates corporum, quae intendi et remitti nequeunt, quaeque corporibus omnibus competunt, in quibus experimenta inſtituere licet, pro qualitatibus corporum univerſorum habendae ſunt. IV. In Philoſophia naturali Propoſitiones ex phoenomenis per inductionem collectae non obſtantibus contrariis hypotheſibus pro veris aut adcurate, aut quam proxime haberi debent, donec alia occurrerint phoenomena, per quae aut adcuratiores reddantur, aut exceptionibus obnoxiae.

mußten. Sodann erſt ſammelte er dieſe einzelen Sä=tze, verſuchte es, ſie allgemein zu machen, und wenn er kein ſonderbares Hinderniß fand, ſo eignete er ihnen auch das Prädicat der Allgemeinheit zu, und ſo ſetzte er die verworren=ſten, und unbekannteſten Wahrheiten ins Licht (a). Den **zweyten** dem vorigen entgegengeſetzten Weg a priori glaubte der ſinnreiche des Cartes, und mit ihm viele Anhänger zu wählen. Sie beſtimmten aber die Urſachen willkührlich, und ſuchten meiſtentheils daraus die Wirkungen und Aende=rungen der Körper zu erklären. Aeußerte ſich in ihren Er=klärungen ein nicht vorhergeſehenes Beſchwerniß: ſo mußte die vorher angegebene Urſache tauſend Umgüße leiden, da=von uns die ſchon ſo oft metamorphoſirten Wirbeln der bey=nahe allmächtigen Feinmaterie überzeugen.

V.

Die newtonianiſche Methode (a poſteriori) iſt die einzig ächte, die einzig ſichere, phyſiſche Wahr=heiten, d. i. die hinlänglichen Gründe der Verände=rungen in der Körperwelt zu entdecken. Schon der bloße Begriff von der Naturlehre (I.) überzeugt uns hievon; denn ich kann mir von der Urſache einer natürlichen Begeben=heit gar keine Gewißheit verſprechen, ia nicht einmal etwas denken, wenn ich die Begebenheit ſelber vorher nicht auf das genaueſte, und nach allen ihren Umſtänden kenne. So hat man auch nur auf dieſem Wege alle bisher bekannte, viele und wichtige Wahrheiten gefunden, und feſtgeſetzt; da man ſich

(a) Sieh hierüber H. Muſchenbröcks introductio ad Phyſ. auch die Abh. des P. Biwald de Studii phyſici natura Graecii 1767. P. I. A. VI.

ſich auf dem andern (weil ſich das Innerſte der Dinge, ihr Weſen doch nicht einſehen läßt) immer umſonſt bemüht, ſelbſt ein Schöpfer zu werden. Jeden Liebhaber der Wahrheit muß der nie zu hebende Zweifel kränken, ob ſeine willkührliche Urſache wirklich die Triebfeder der Natur, oder ob ſie nicht vielmehr ein von der Natur ſelbſt verkanntes Hirngeſpinnſt ſey.

* Ich habe mich alſo auch durchgängig der Methode Newtons bey allen meinen Unterſuchungen bedient. Ich machte mir ſeine Regeln zum beſtändigen Augenmerk, und bemühte mich, nach denſelben die Natur zu ſtudiren; nahm nichts an, was ich nicht mit Verſuchen und Erfahrungen belegen konnte, und wo ſich aus dieſen der hinlängliche Grund nicht angeben ließ, begnügte ich mich, es anzuzeigen, und Muthmaßungen als Muthmaßungen an ſeine Stelle zu ſetzen. Ein anderes Augenmerk war die Kürze, doch ſo, daß ich der Gründlichkeit dadurch nichts benähme, und diejenigen Materien immer vorzüglich ins Licht ſetzte, die mit der Oekonomie eine Verwandtſchaft haben, oder wie immer gemeinnützig werden können; andere Materien wollte ich eben nicht weglaſſen, weil man auch manchmal aus Dingen, die dem Anſcheine nach unbeträchtlich ſind, die größten und wichtigſten Vortheile ziehen kann, ob das gleich erſt durch die Zeit geſchieht. Wer hätte es wohl iemal geglaubet, daß die Elektricität ein Heilungsmittel für Krankheiten, oder ein Mittel, den Bliß von unſern Wohnungen abzuwenden, werden könnte? rc. rc. rc. Hingegen habe ich das,

was ein jeder Schüler, wenn er es auch nur einmal gehöret hat, leicht begreifen, und im Gedächtniße behalten kann, nur mit wenigen Worten angezeigt, und mir hie und da etwas für die öffentlichen Vorleſungen zu erklären vorbehalten. So viel habe ich hier, als Rechenſchaft über meine Methode, anmerken wollen.

** Die Geſchichte der Phyſik werde ich in den öffentlichen Stunden bey einem jeden Haupttheile mit einſchalten. Die, ſo ſich mehr damit bekannt machen wollen, mögen ſich der Walchiſchen Einleitung in die Philoſ. II B. 3. Kap. Der Einleitung in die Bücherkunde des Mich. Denis II. Th. §. 83. und der phyſ. Bibliothek des Joh. Chriſt. Polyk. Erxlebens bedienen. Auch die Syſtematiſche Anleitung zur Kenntniß auserleſener Bücher von H. Prof. Joh. Peter Miller kann in dieſem gute Dienſte leiſten.

Inn-

Innhalt und Eintheilung.

I. Theil.

Von den Kräften der Körper
oder
den ganz einfachen Subſtanzen.

Von dem deutlichen Begriffe eines Körpers. . . §§. 1 — 6

Von dem wirklichen Daſeyn der zurücktreibenden Kraft. 7 — 11

. der anziehenden Kraft . 12 — 18

. der bewegenden Kraft. . 19 — 23

Von dem Anfange, der Fortſetzung, und Verſchiedenheit der Bewegung. . . 24 — 31

Ob die Kräfte in allen Elementen durchaus gleich ſind, und wie ſie verſchieden ſeyn können. 32 — 37

Anwendung dieſer Hauptſätze.

Auf die Dichtigkeit und Lockernheit §§. 38—45
Auf den Zuſammenhang überhaupt, und ſeine Verſchiedenheit. ꞉ 46—51
Die Geſetze deſſelben. ꞉ 52—56
Der flüßigen Körper. ꞉ 57—63
Der flüßigen mit feſten Körpern. 64—67
Wie eine äußere Gewalt auf den Zuſammenhang wirke? 68—76

Auf die Undurchdringlichkeit der Körper. ꞉ ꞉ 77—78
Auf die Härte und Weiche. 79—83
Auf die Elaſticität oder Schnellkraft. ꞉ ꞉ ꞉ 84—91
Auf die Spröde und Mürbigkeit. 92
Auf die chemiſchen Operationen.
Auflöſung. ꞉ ꞉ 93—101
Niederſchlag. ꞉ ꞉ 102—103
Cryſtalliſation. ꞉ 104—110
Gährung ꞉ ꞉ 111—117
und Fäulniß. ꞉ ꞉ 118—119

Auf die Schwere. ꞉ 120—132

II. Theil.

Von den Geſetzen der Bewegung und des Gleichgewichtes, als Folgen der im erſten Theile feſtgeſetzten Gründe.

I. Kapitel.

Von der Bewegung.

Von den Geſetzen
der Bewegung überhaupt. §§. 134—135
der einfachen gleichförmigen Bewegung. ; ; 136
der einförmig beſchleunigten und einförmig abnehmenden. 137—141
Der zuſammengeſetzten. ; 142—145
Der Bewegung auf ſchiefen Ebenen. ; ; ; 146—150
Der krummlinichten Bewegung.
Von den Pendeln. ; 151—155
Von der Bewegung der ſchief fortgeworfenen Erdkörper. 156
Von der freyen Bewegung um einen Schwerepunkt. ; 157—160

Von dem Auf⸗ und Zuſammenſtoſſen
unelaſtiſcher Körper ; ; 161—166
elaſtiſcher. ; ; 167

Von der Bewegung in einem Mittelkörper, 168—170
und dem Abweichen in demſelben. 171—174

II. Kapitel.

Von dem Gleichgewichte der feſten Körper.

Allgemeine Sätze. ꞉ §§. 175 — 182
Anwendung derſelben auf die Maſchinen.
Vom Hebel insgemein. 183 — 185
Vom zuſammengeſetzten Hebel. 186
Von der Wage, Schnellwage. 187 — 188
Vom Rade. ꞉ 189
Von der Rolle. ꞉ 190
Von der Schraube und dem Keile. ꞉ ꞉ 191 — 195
Die Hauptgeſetze von dem Reiben. 196 — 199

III. Kapitel.

Von dem Gleichgewichte der flüßigen Körper.

Von den Drucke und Gleichgewichte überhaupt. ꞉ 201 — 204
Vom Gleichgewichte an den Wänden der Gefäße, und in den Haarröhrchen. 205 — 213
Von dem Gleichgewichte der flüßigen Körper mit den feſten. 214 — 218.
Von den flüßigen Körpern, die aus einem gefüllten Gefäße durch eine kleine Oeffnung hervorſpringen. 219 — 223
Von der Wellenbewegung. 224 — 230

III. Theil.

Von den chemiſchen bloß aus einfachen Subſtanzen zuſammengeſetzten Elementen.

Von dem Begriffe eines chemiſchen Elementes. § 231
Von dem allgemeinen Unterſchiede, und der Zahl der chemiſchen Elemente. 232—244

I. Abſchnitt.

Von dem Feuer.

I. Kapitel.

Von Wärme und Kälte.

Von der Wärme.
Vom Entſtehen der Wärme. 245
Von der Erwärmung durch die Lichtſtralen. 246—247
Von der Mittheilung der Wärme überhaupt. 248
Von den Wirkungen der Wärme. 249—250
Was die Wärme ſey? 251
Wie ſie abnehme, und mitgetheilt werde? 252—255
Von der Kälte.
Vom Urſprunge und der Natur der Kälte. 256
Von den Wirkungen der Kälte. 257—258
Vom Eiſe. 259—261

)( )(3 Deſſen

Deſſen Verſchiedenheit. §. 262
Aufthauen deſſelben. eben dort III. Beob.
Von der künſtlichen Kälte. 263

Vom Thermometer.

II. Kapitel.

Von der Natur des zuſammengeſetzten Feuers oder der Flamme.

Von dem Unterſchiede des brinnenden, und des glühenden Körpers. 267—269
Was die Luft zum Brinnen beytrage? 270

III. Kapitel.

Von dem Lichte.

Vorläufige Anmerkungen über die Natur des Lichtes. ⸗ ⸗ 271—276
Von den allgemeinen Eigenſchaften des Lichtes.
Von dem Abweichen, oder Neigen der Lichtſtralen. ⸗ 277—278
Von dem gebrochenen Lichte. 279—282
Von dem Zurückprellen des Lichts. 283—286
Von der Zerſchiedenheit des Lichtes.
Von dem Unterſchiede der Farben. ⸗ ⸗ 287—290
Von einer gewiſſen Verſchiedenheit der Lichttheilchen auch in der nämlichen Farbe. 291—292

Nähere

Nähere Beſtimmung der Natur des Lich-
tes, und Anwendung der feſtgeſetzten
Gründe. = = §§. 293—296
Von der Durchſichtigkeit und Un-
durchſichtigkeit der Körper. 297—299
Von den Farben der Körper. 300—301
Von den Farben in der Atmoſphäre.
Von den Farben der Wolken. 302
Vom Regenbogen. 303—305
Von den Kronen, Nebenſon-
nen, und Nebenmonden. 306—310
Vom Nordlichte. = 311—319
Grundſätze aus der Katoptrik. 320—328
Grundſätze aus der Dioptrik. 329—331
— — aus der Optik. 332—336
Anwendung dieſer Grundſätze
auf die Mikroſkope. = 337—342
auf die dioptriſchen Fernrohre. 343—347
auf die Spiegelteleſkope. 348—350

IV. Kap.

Von dem, was noch ferner mit dem Feuer verbunden iſt.

Von der Elektricität.
Von der künſtlichen Elektricität. 351
Von den elektriſchen Verſuchen
ohne Verſtärkungsglas. = 352—356
mit den Verſtärkungsgläſern. = 357—359

mit harzigen, oder ſulphuriſchen Körpern. ⸗ §§. 360—361
Von der natürlichen Elektricität in der Atmoſphäre. ⸗ 362

Von einigen andern Feuererſcheinungen in der Atmoſphäre. ⸗ 363—364

II. Abſchnitt.

Von der Luft.

I. Kapitel.

Von den Eigenſchaften der Luft überhaupt.

Federkraft, Zuſammenhang, Flüßigkeit. ⸗ ⸗ ⸗ 365
Schwere. ⸗ ⸗ 366—367

II. Kapitel.

Von den Wirkungen der Luft, in ſoweit ſie ſchwer iſt.

Von dem torrizellianiſchen Röhrchen. ⸗ 368—371
Von dem Heber. ⸗ ⸗ 372
Von den Waſſermaſchinen. ⸗ 373—374

III. Kap.

Von den Wirkungen der Luft, in ſoweit ſie elaſtiſch iſt.

Von den Wirkungen der elaſtiſchen Luft, bloß, wenn ſie eingeſchloſſen iſt; allwo von dem Erdbeben, und den Feuer⸗

ſpeyen⸗

ſpeyenden Bergen vorzüglich gehandelt wird. ſ ſ §§. 375 — 376

Von den übrigen allgemeinen Wirkungen der elaſtiſchen meiſtentheils freyen Luft.

Von den Winden. ſ ſ 377 — 382

Vom Schalle.

Von der Natur und Verſchiedenheit des Schalles überhaupt. ſ ſ 383 — 390

Von der Harmonie der Töne. ſ 391

Vom Inſtrumentaltone. ſ 392 — 400

Vom zurückgeprellten Schalle. ſ 401 — 402

Vom Hören. ſ ſ 403 — 404

IV. Kap.

Von den Wirkungen der Luft, in ſo fern ſie in ſehr kleinen Abſtänden anziehende Kräfte hat.

Die Theorie der Dünſte. ſ 405 — 415

Anwendung der feſtgeſetzten Theorie.

Von der trockenen und feuchten Luft ſ ſ 416 — 418

Von den Nebeln und Wolken. ſ 419 — 421

Vom Regen, Hagel, und Schnee. ſ ſ 422 — 424

Vom Thaue und Reiſe. ſ 425 — 428

III. Abſchnitt.
Von dem Waſſer.

I. Kapitel.
Von den Brúnnen und Flúſſen.

Vom Urſprunge der Brúnne. = §. 429—436
Vom Laufe der Flúſſe. = = 437—440

II. Kap.

Von dem Meere und den Seen. = 441—445

IV. Abſchnitt.
Von der Erde.

I. Kapitel.

Von der Natur, und Verſchiedenheit der Erde uͤberhaupt. = = 446—447

II. Kap.

Von der Fruchtbarkeit der Erde. = 448—450

V. Abſchnitt.
Von dem Salze.

Vom allgemeinen Unterſchiede der Salze. 451

I. Kapitel.

Von den ſaueren Salzen. ꞉ ꞉ §§. 452—453

II. Kap.

Von den alkaliſchen Salzen. ꞉ 454—457

III. Kap.

Von den Mittelſalzen.

Vom Kochſalze. ꞉ 459—464
Vom Salpeter. ꞉ 465—468
Vom Salmiake. ꞉ 469—470
Vom Boraxe. ꞉ 471—472
Vom Weinſteine. ꞉ 473
Vom Vitriole. ꞉ 474—476
Vom Alaune. ꞉ 477—478

IV. Theil.

Von den aus den chemiſchen Elementen zuſammengeſetzten Erde-Körpern im dreyfachen Reiche der Natur.

I. Abſchnitt.

Von den Körpern im Mineralreiche.

I. Kapitel.

Von den brennlichen Mineralien.

Allgemeiner Unterſchied. ꞉ 479

Vom Torfe insbeſondere. §§. 480
Von den Steinkohlen. = 481
Vom Schwefel. = 482

II. Kap.

Von den Steinen.

Von der Verſchiedenheit und Natur der Steine. = 483—486
Vom Entſtehen der Steine. = 487—488

III. Kap.

Von den Metallen.

Begriff, und Eintheilung. = 489
Von der Natur der Metalle. = 490—491
Vom Entſtehen der Metalle. = 492—494
Vom Magnete insbeſondere.
Von der Natur des Magnetes überhaupt. = 495—499
Von den anziehenden und zurücktreibenden Kräften des Magnetes inſonderheit. = 500—503
Erklärung der Magnetiſchen Erſcheinungen. = 504—508

II. Abſchnitt.

Von den Körpern im Pflanzenreiche.

I. Kapitel.

Von dem organiſchen Baue der Pflanzen. §§. 509—517

II. Kap.

Vom Wachsthume der Pflanzen aus dem Saamen, von ihrer Nahrung. 520

III. Kap.

Was von der Zeugung des Saamens zu halten ſey? = = 521

III. Abſchnitt.

Von den Körpern im Thierreiche.

I. Kapitel.

Von dem organiſchen Baue des menſchlichen Körpers. = 522—535

II. Kap.

Von den Verrichtungen der organiſchen Theile.

Von den Verrichtungen der Nerven. = = 536—538
Von den Verrichtungen der Nerven und Muskeln. = 539—540
Der Lunge. = = 541
Von andern wichtigen Verrichtungen des übrigen Eingeweides.

Der

Der Verdauung. ſ §. 542
Dem Umlauf des Geblütes. ſ 543—544
Den Folgen dieſes Umlaufes. ſ 545—546

V. Theil.

Von den ganzen Weltkörpern.

I. Abſchnitt.

Vorläufige allgemeine Begriffe und Erklärungen.

Von dem allgemeinen Unterſchiede der Weltkörper. ſ ſ 547—548
Verſchiedene aſtronomiſche Begriffe. ſ 549—550
Von einigen optiſchen Betrügen. ſ 551
Von der Parallaxe der Sterne. ſ 552—554
Von der Refraktion. ſ 555
Vom Abweichen der Sterne. ſ 556—559

II. Abſchnitt.

Von den Weltkörpern insbeſondere.

I. Kapitel.

Von den leuchtenden Körpern.

Von der Sonne.
ihrer Natur. ſ 560
ihren Mackeln und Bewegung um die Achſe. ſ ſ 561

ihrer

ihrer jährlichen ſcheinbaren Bewegung. = = §. 562
Vom Zodiakallichte. = 563
Von den Fixſternen. = = 564

II. Kapitel.

Von den erleuchteten Himmelskörpern.

Von den Planeten.
Vom Merkurius. = = 565—566
Von der Venus. = = 567
Von der Erde, = = 568
und ihrem Trabanten dem Monde. = = = 569—570
Von dem Mars. = = 571
Vom Jupiter und ſeinen Trabanten. = = 572—573
Vom Saturnus. = 574—576
Von den Kometen. = = 577—579

III. Abſchnitt.

Von der Verbindung der Weltkörper.

I. Kapitel.

Von dem allgemeinen Weltſyſtem. = 580—583

II. Kapitel.

Von den Folgen dieſes Weltſyſtems.

Von verſchiedenen ſcheinbaren Bewegungen der Weltkörper. = = §§. 584—586

Von den Finſternißen. = 587—590

Von der Abwechſelung der Jahreszeiten. = = 591—592

Von der Ebbe und Fluth. = 593—596

Erſter Theil.

Von den Kräften der Körper.

Vom deutlichem Begrife eines Körpers.

§. 1.

So oft ein Ding von außen auf unſere Sinne wirkt; ſo oft ſchließen wir auf die Gegenwart eines Körpers. Körper alſo heißen wir natürlicher Weiſe alles das, was von Auſſen auf unſere Sinne wirkt. Dieſer Begrif, ob er gleich die Deutlichkeit noch nicht beſitzt, iſt immer klar genug, bis die Betrachtung alles Reele eines Körpers ins volle Licht ſetzt. Indeſſen entſcheidet ſich die Phyſik von der Mathematik und betrachtet an einem Körper nicht blos Länge, Tiefe, und Breite, ſondern auch andere Eigenſchaften eines reelen Dinges, das uns durch die Wirkung auf unſre Sinne von ſeinem Daſeyn überzeuget.

§. 2.

Der Unterſchied eines geometriſchen, und phyſikaliſchem Körpers zeigt ſich beſonders in der verſchiedenen Theilbarkeit. Denn durch die Theilung eines geometriſchen bekömmt man nur ideele, durch die Theilung eines phyſikaliſchen Körpers aber allemal reele Theile, eben darum, weil ſich die Naturlehre mit dem reelen, die Mathematik aber nur mit dem ideelen Daſeyn eines Körpers beſchäftiget.

§. 3.

Ob gleich die Theilbarkeit der Körper Sinn und Einbildungskraft überſteigt, geht ſie doch nicht ins Unendliche. Vom erſten Theile dieſes Satzes überzeugen uns tauſend Verſuche, die man mit **Zerreibung** verſchiedener Körper, als Salz, Erde, Metall, Knochen ꝛc. oder mit **Auflöſung** anderer Körper gemacht hat. So kann man von einem einzigen Gran ſtarken Waſſertröpfgen 51733007 kleine Bläschen erhalten (a). Indeſſen müſſen wir nothwendig viele 1000 Waſſertheilchen denken, aus denen ein jedes Bläschen beſtehen muß. P. de Lanis hat mit einer **Linſe**, die den Gegenſtand 27000000 mal vergrößerte, auf einer Pflanze ein Würmchen entdeckt, das im Mikroſcope an der Größe ein Weizengran nicht übertraf. Geben wir dieſem Inſekte Fleiſch, Knorpeln, Gefäſſe, das Blut, und andere flüßige Körper, ihren Umlauf, den Magen ſeine Nahrung, der Nah-

(a) Kratzenſtein Preisſchrift vom Aufſteigen der Dämpfe.

Nahrung Verdauung, Abfall, Ausdünſtung: ſo wird unſer Begrif von der Theilbarkeit Sinn und Einbildung weit überſteigen.

1) Daß aber die Theilbarkeit nimmer ins Unendliche reiche, dafür ſteht uns, eine ächte Metaphyſik gut: denn wenn jedes erſchaffene Ding begränzet iſt, ſo hat es eine beſtimmte Vielheit der Theile, 2) die alle reel ſind. Nun widerſpricht eine *beſtimmte* Zahl der Theile dem Begrife unendlicher, und un*begränzter* Theile: mithin ꝛc.

§. 4.

I. Wenn man alſo die Theilung eines Körpers fortſetzet, ſo lange ſie möglich iſt, ſo muß man zuletzt nothwendig **auf Theile kommen, die einfach, unausgedehnt, und ohne alle Größe ſind;** ſonſt würden die Theile unendlich ſeyn.

II. Der Körper beſteht alſo aus einfachen, unausgedehnten **Einheiten, die weder Länge, noch Dicke, noch Breite haben.**

III. **Die letzten Beſtandtheile der Körper** ſind von den **geometriſchen Punkten** in Abſicht auf die **Ausdehnung** nicht unterſchieden, ſondern nur in der Art ihres **reelen Daſeyns.**

IV. In dem Körper kömmt alſo nichts vor, als die einfachen **Theile, und die Zuſammenfügung** dieſer Theile.

 V. Wenn

V. Wenn der Körper **eine Kraft** beſitzt, **kann ſie nur eine Eigenſchaft der einfachen Beſtandtheile ſeyn.** Sonſt müßte man die Zuſammenfügung als eine von den Einheiten zerſchiedene Subſtanze annehmen.

§. 5.

Eine Kraft überhaupt iſt die hinlängliche Urſache von Wirklichkeiten. Die **Anwendung** der Kraft iſt das Wirken. Alles das, was durch die Anwendung der Kraft herfürgebracht wird, heißt **Wirkung.**

I. **Eine körperliche Kraft** iſt alles das, was in den Körpern den Grund von Wirklichkeiten in ſich enthält.

II. Wo ſich eine **Wirkung** äußert, iſt auch **eine Kraft** vorhanden.

III. Die Wirkung ſteht allemal mit der Kraft d. i. mit ihrer hinreichenden Urſache im genaueſten **Verhältniſſe.**

IV. Alle Wirklichkeiten äußern ſich in den Körpern durch die Bewegung.

V. So wie nun die Bewegung überhaupt die **Entfernung** oder **Annäherung** zweener Körper zum Grunde legt, theilt ſich die Kraft überhaupt in die **Zurücktreibende** welche die Entfernung, oder in die **Anziehende** welche die Annäherung der Körper bewirkt, oder wenigſt ſich beſtrebet zu bewirken.

§. 6.

Die Kräften der einfachen Beſtandtheile laſſen ſich nur durch Vernunftſchlüße aus den Veränderungen der Körper entdecken. Denn auf unſre Sinne wirken nur zuſammengeſetzte Dinge: wir können alſo die Elemente niemals in ihrer eignen Natur, ſondern blos mittelbar, durch die Veränderungen, die in ſinnlichen Theilen vorkommen, kennen lernen.

I. Man kann alſo nicht angeben, ob eine einfache Subſtanze vermögend ſey in uns durch die Sinne eine Empfindung hervorzubringen; dann auch ein bewaſnetes Auge entdeckt nichts als zuſammengeſetzte Dinge.

II. Es läßt ſich auch nimmer errathen, wie viel Einheiten erfordert werden, daß ihre zuſammenwirkende Kraft auf unſre Sinne einen merklichen Eindruck machen könne.

III. Die Kräften der einfachen Subſtanzen müſſen alſo in den für unſre Sinne noch fühlbaren Theilen beſtimmt werden.

Vom
wirklichen Daſeyn
der
zurücktreibenden Kraft.

§. 7.

Wenn wir ſo eine genaue Vereinigung zweener Theile denken, daß ſich kein einziger auch nur möglicher Zwiſchentheil

denken läßt, ſo denken wir eine **mathematiſche Berührung.** Wenn aber nur das Aug keinen Zwiſchentheil entdeckt, ob gleich einer möglich iſt, ſo heißt das eine **phyſikaliſche Berührung.**

I. In der phyſikaliſchen Berührung der Theile kann es einen **Abſtand** zwiſchen den Theilen geben.

II. Dieſer kann **kleiner**, oder **größer** ſeyn.

§. 8.

Wenn ſich die einfachen Elemente mathematiſch berühren, können ſie ohnmöglich einen ausgedehnten Körper geſtalten. Wenn beym mathematiſchen Kontakte eine Ausdehnung möglich blieb, wurde aus mathematiſch zuſammenhangenden Theilen auch eine phyſikaliſche Linie möglich ſeyn. Zur Ausdehnung dieſer Linie müßte jede unausgedehnte Einheit das ihrige beytragen. Wenn ich alſo eine einzige ſolche Einheit von der Linie wegnehmen würde, müßte die Linie abgekürzt werden. Dieſe Abkürzung wurde immer merklicher ſeyn, je mehrere Einheiten ſie verlieren würde. Allein hier liegt ein offenbarer Widerſpruch. Denn wie ſollte eine Linie **kürzer** werden, wenn ſie das verliert, was gar keine Ausdehnung hat? **Der mathematiſche Kontakt macht alſo die Ausdehnung unmöglich.** Denn was von einer Linie gilt, läßt ſich gar leicht mit ähnlichem Grunde auf Flächen und Körper anwenden.

* Man wird ja nicht ſagen, daß die Eigenſchaften einer geometriſchen Linie auf eine körperliche nicht paſſen;

denn

denn die ideelen, und phyſikaliſchen Punkten haben in Hinſicht auf die Ausdehnung gar keinen Unterſchied (§. 4. III.): mithin bleibt die Unmöglichkeit einer Ausdehnung beym mathematiſchen Kontakte gleich richtig und allgemein; ob gleich die geometriſche Linie durch die Bewegung eines Punktes, die reele hingegen durch die Vielheit einfacher Subſtanzen das Daſeyn ihrer Länge bekömmt.

I. **In jedem phyſikaliſchen Körper giebt es kleine Zwiſchenabſtände der Beſtandtheile.** Denn jeder phyſikaliſcher Körper iſt ausgedehnt: Ausdehnung aber ſetzt eine **phyſikaliſche Berührung** zum Voraus; weil die **mathematiſche** die Ausdehnung unmöglich macht.

II. So gewiß es iſt, daß keine natürliche Gewalt dem Körper ſeine Ausdehnung rauben kann, eben ſo gewiß iſt es, daß **keine Gewalt die Elemente zur mathematiſchen Berührung zuſamm zwingen kann.**

§. 9.

Beobachtung. Die **Undurchdringlichkeit** der Körper überwindet alle Geſchwindigkeit eines aufſtoſſenden Körpers, den mächtigſten Druck, und das möglich gröſte Preſſen der äußerlichen Gewalt. 2. **Die ſchwereſten Gebäude** drücken mit ihrer ganzen Laſt auf den Grund, der Grund auf Erden und Steine. 3. **Fällt ein Körper** auf den andern, ſo wird er entweder vollkommen ruhen, oder abermal zurücke prellen, ohne mindeſten Nachtheile der Ausdehnung.

 I. Wenn

I. Wenn die Elemente der äußeren Gewalt nicht widerſtünden, müßten die Körper zum mathematiſchen Kontakt gebracht, und ihrer Ausdehnung beraubet werden.

II. Es iſt alſo in den Elementen etwas, ſo die Geſchwindigkeit der auffallenden Körper tilget, und den größten Druck überwindet.

III. Dieß iſt eine Kraft; denn ſie bringt Wirklichkeiten hervor (§. 5. II.).

IV. Dieſe Kraft iſt die zurücktreibende (§. 5. V.); denn ſie bewirkt die Entfernung vom mathematiſchen Kontakt.

V. Es giebt alſo eine zurücktreibende Kraft; denn die Beobachtungen der unüberwindlichen Ausdehnung ſind allgemein.

VI. Die zurücktreibende Gewalt iſt größer als alle äußerliche Gewalt. Denn die Ausdehnung iſt untilgbar, mithin auch ihr zureichender Grund.

§. 10.

Beobachtung. Einige Körper laſſen ſich in einen kleinern Raum zuſammenzwingen: 2) andere laſſen ſich mehr, andere minder zuſamm preſſen, 3) ohne daß ſie ihre Ausdehnung völlig verlieren: ja die meiſten bekommen ihre vorige Größe wieder zurück. 4) Die drückende Gewalt muß immer größer werden, wenn man die Ausdehnung der Körper kleiner haben will.

I. Die

I. Die Ausdehnung kann nicht vermindert werden, ohne die Abſtände der Elemente mit zu vermindern.

II. Je kleiner die Abſtände ſind, deſto größer muß die drückende Gewalt ſeyn um die Abſtände noch mehr zu mindern.

§. 11.

Die Zurücktreibende Gewalt der Elemente iſt im verkehrten Verhältniſſe mit den verſchiednen Abſtänden. Denn die Wirkungen in kleinern Abſtänden ſind größer (§. 10. II.) Die Kräften ſind wie die Wirkungen (§. 5. III.): mithin ſind auch die zurücktreibenden Kräften in verkehrter Ordnung mit den Abſtänden.

* Ob dieſes Verhältniß vollkommen genau, ob es einfach, oder quadrathaltig ſey, darum bekümmert ſich die Phyſik nicht, ſo wenig die Erfahrung in dieſen Stücken entſcheidend ſprechen kann.

I. Der Abſtand enthält den Grund der Möglichkeit, die Kraft der einfachen Beſtandtheile den Grund der Wirklichkeit von allen dieſen Aenderungen, die eine zurücktreibende Gewalt zum Voraus ſetzen.

II. Dieſe Kraft wirkt nothwendig, ſo oft der Grund der Möglichkeit zugegen iſt. Sie macht alſo eine nothwendige Eigenſchaft der Elemente aus.

III. Die

III. Die Wirkung eines ſolchen Elements auf das andere iſt gegenſeitig, weil beyde die nämliche Kraft, und den nämlichen Abſtand haben.

IV. Es muß auch nothwendig ein Körper auf den andern wirken, als oft die Elemente des einen mit den Elementen des andern in einen kleinen Abſtand verſetzt werden, der den Grund der Möglichkeit zur Wirkung enthält.

Vom Daſeyn der anziehenden Kraft.

§. 12.

Beobachtungen. Wenn man die Theile eines Körpers trennen will, muß man allemal eine Gewalt überwinden die der Trennung widerſteht, es mag ein harter, feſter, flüßiger, oder weicher Körper ſeyn. Z. B. ein Tröpſchen Waſſer läßt ſich lange nicht von einem andern abſöndern, bis es Größe und Schwere genug gewinnt, ſich los zu reißen. 2.) Häng ich an einer Saite ein Gewicht an, wird ſie zwar geſpannet, aber die Theile bleiben immer noch miteinander verbunden. 3.) Vermehre ich das Gewicht, wächſt auch die Verlängerung ſo lange, bis die Spannung einen gewiſſen Grad erlangt, der ohne den Zuſammenhang der Theile zu trennen keiner Erhöhung mehr fähig iſt. Dieſes gilt nicht nur von den urſprünglich thieriſchen ſondern von den metallenen Saiten, Stricken, ledernen Gürteln, u. ſ. w. 4.) Ein hölzenes, oder metalle-

nes

nes Lineal, am Ende des Tiſches feſt gemacht, und am andern Extreme mit einem Gewichte beſchwert vermehrt die Krümmung nach Art der Gewichte bis auf einen Grad, den ein neu angehängtes Gewicht ohnmöglich erhöhen kann.

§. 13.

Der Zuſammenhang (Cohæſio) ſichtbarer Theile kann ohne Zuſammenhange der Elementen nicht beſtehen; denn die ſichtbaren Theile ſind aus einfachen Elementen zuſammengeſetzt (§. 4. I.) Wie alſo der Körper den Zuſammenhang der Theile, alſo ſetzt der Zuſammenhang der Theile die Verbindung der Elemente zum Voraus. 2.) Im Körper ſind nichts als Einheiten und Zuſammenfügung, mithin kann auch der größte Theil nicht ohne Zuſammenhange gedacht werden.

I. **Der Zuſammenhang iſt eine allgemeine Eigenſchaft der Körper** (§. 12. 13.).

II. Die Urſache des Zuſammenhanges iſt nicht hinlänglich wenn ſie nicht eben ſo gut auf die Elemente, als auf zuſammengeſetzte Theile paſſet.

III. **Es kann alſo keine Materie, ſie mag die ſeltenſten Eigenſchaften haben, die Urſach des Zuſammenhanges ſeyn:** denn die Materie iſt ja ſelbſt ſchon aus zuſammenhangenden Elementen zuſammgeſetzt, es bleibt alſo die Frage, was die Urſache des Zuſammenhanges der Elemente ausmacht?

IV. We=

IV. **Weder die Häckgen, und Widerhäckgen des Gaſſendus, weder die allmächtige Feinmaterie des Nollets, kann ein hinreichender Grund des Zuſammenhanges ſeyn;** denn bis die Elemente ein Häckgen geſtalten, haben ſie einen ziemlichen Grund vom Zuſammenhange nöthig.

§. 14.

Die Urſache des Zuſammenhanges iſt alſo eine Kraft. Denn die Urſache des Zuſammenhanges bringt Wirkungen hervor, weil ſie die Wirkung der größten Gewichter überwindet; die Urſache einer Wirklichkeit aber iſt allemal eine Kraft (§. 5.).

I. **Die reſpective Ruhe der Theilen macht den Zuſammenhang nicht aus;** denn ſonſt wäre keine größere Gewalt erfordert die Theile zu trennen, als die getrennten in Bewegung zu ſetzen. Nun aber überzeugt uns die Beobachtung (§. 12.) vom Gegentheile.

II. **Die Bewegung der Theilen nach der nämmlichen Richtung iſt auch der Grund vom Zuſammenhange nicht.** Denn in dieſer Bewegung kann keine Kraft ſeyn, welche der Trennung nach einer andern Richtung widerſteht.

§. 15.

Der Zuſammenhang alſo iſt die Wirkung einer Kraft, die der Abſönderung der Theilen widerſteht.

§. 16.

Die Urſache des Zuſammenhanges iſt in den Elementen ſelbſt. Denn ſchon die Elemente hängen zuſamm (§. 13.); die Urſache dieſes Zuſammenhanges kann weder in der Materie (§. 13. III.), noch in der reſpektiven Ruhe (§. 14. II.), noch in der Bewegung nach der nämlichen Richtung (§. 14. III.) gefunden werden: indeß iſt ein Körper nichts als Elemente und Lage der Elementen (§. 4. IV.): Mithin liegt der Grund des Zuſammenhangs in den Elementen ſelbſt.

I. **Die Elemente haben alſo eine Kraft, die den Zuſammenhang bewirket.**

II. **Dieſe Kraft iſt die anziehende (§. 5. V.)**

III. **Das Ende der zurücktreibenden Kraft iſt der Anfang der anziehenden.** Denn jene wirkt nur in einem ganz kleinen Abſtande, und nimmt nach und nach vollkommen ab, ſo wie ſich die Abſtände vergrößern (4.) weil nun die Einförmigkeit der Natur den Sprung in ihren Wirkungen verbeut, ſo muß das Ende der zurücktreibenden mit dem Anfange der anziehenden Kraft harmoniſiren.

§. 17.

Die anziehende Kraft ſteht im geraden Verhältniſſe mit den Abſtänden. D. i. ſie wirkt ſtärker in größern Abſtänden; denn wenn ich an einer Saite (§. 12.) das Gewicht = 1 anhänge, kommen die Theile in größere Abſtände, als ſie vorher waren, ſo lange, bis die anziehenden Kräften mit der Schwere des angehängten Kör-

pers

pers das Gleichgewicht halten. Wenn ich aber das Gewicht der Saite nochmal ſo ſchwer, und = 2 mache, wächſt die Verlängerung der Saite, die Abſtände der Theilen vergrößern ſich, bis die anziehende Kräften dem Gewichte gleichhaltig ſind. Die anziehenden Kräften waren alſo im erſten Falle = 1 im zweenten = 2, dem Gewichte, und den Abſtänden proportional.

I. **Der Grund des wirklichen Gleichgewichts liegt in den Elementen des möglichen in den Abſtänden;** denn die Abſtände ſind das Bedingniß der wirkenden Kraft.

II. **Das Anziehen des Elementes A, auf das Element B iſt gleichſeitig, und gleich ſtark;** denn Abſtände und Kräften ſind in Beyden gleich. 2) **Die anziehende Kraft muß demnach einmal abnehmen,** denn ſonſt könnte man den Zuſammenhang nimmer überwinden.

III. **Die zurücktreibende Kraft widerſpricht der anziehenden nicht.** Denn die nämliche Kraft wirkt bald Entfernung, bald Herannäherung eines Elements, ſo wie die verſchiedene Abſtände die Möglichkeit der einen oder der andern beſtimmen.

IV. **Die anziehende Kraft iſt eben ſo eine allgemeine Eigenſchaft der Körperwelt, als wie die Zurücktreibende:** denn alle zwo Kräfte ſind nur eine ganz thätige Kraft, die ihre Wirkung nach den Abſtänden verändert.

V. Es muß alſo allemal ein Körper den andern anziehen, wenn die Elemente des einen mit den Elementen des andern in jenen Abſtand kommen, der das wirkliche Anziehen möglich macht.

VI. **Den nämlichen Beweis verſchaft uns der Verſuch mit dem Lineal.** (§. 12. n. 4.) Das Lineal kann durch das Gewicht nimmer gebogen werden, ohne daß die obern Theile auf der konvexen Seite mehr auseinander, die untern Theile aber auf der konkaven Seite mehr zuſammen tretten. Die unten zuſammgedruckte, und oben ausgedehnte Theile ſind mit dem angehängten Körper im Gleichgewichte. **Die anziehenden Kräfte der obern Seite ſind alſo im geraden, die zurücktreibenden Kräfte aber der untern Seite ſind mit den Abſtänden im verkehrten Verhältniſſe.** Denn es iſt gewiß, daß die obern, und untern Theile zum Gleichgewicht das ihrige beytragen, ſo wie es gewiß iſt, daß die Abſtände der obern Theile größer, der untern kleiner ſind.

* Es giebt alſo in den Elementen eine zurücktreibende, und eine anziehende Kraft; daß auch die Abſtände, in denen die anziehende wirket, ganz klein ſeyn müſſen, bedarf eben keiner Erinnerung. Denn in einer Entfernung, die auch nur ein Mikroſcop entdeckt, iſt ſchon kein Zuſammenhang mehr. Die Gränzen der anziehenden Kräften laſſen ſich alſo eben ſo wenig als die Grade ihres Abnahmes durch die Erfahrung beſtim-

men, wenn man hierinn nicht ebenfalls das Geſetz der Stettigkeit will gelten wiſſen.

** Die öftere Abwechslung der anziehenden und zurücktreibenden Kräften iſt ein Gedanke des um die höhern Wiſſenſchaften verdienteſten Mannes Rogers Boskovick. Er erklärt ſein Syſtem durch eine krumme Linie, welche die Achſe öfters durchſchneidet. Die Theile der Achſe beſtimmen die Abſtände, die Semiordinaten aber die zurücktreibenden, und anziehenden Kräften, die nach Art der Abſtänden wachſen, abnehmen, aufhören, negativ werden. Ohne von dieſer Erfindung ein Wort zu ſagen, ſey es mir erlaubt; eine einzige Anmerkung herzuſetzen.

§. 18.

Ob ſich ſchon in dieſen öftern Abänderungen der zurücktreibenden, und anziehenden Kräften kein Widerſpruch oder ſonſt kein beſonderes Beſchwerniß zeiget; können ſie dennoch nicht als wirklich angenommen werden, wenn ſie ihr Daſeyn nicht durch ſolche Wirkungen beweiſen, die ſich durch eine einzige Abänderung durchaus nicht erklären laſſen; denn man muß nach der ächten Grundregel der Naturlehre keine andere Urſachen der natürlichen Wirkungen angeben, als die wahr, nothwendig, und erklecklich ſind ſelbe vollkommen zu erklären, und wenn wir die Kräften nur aus den Wirkungen beweiſen

weiſen können, wie werden ſich ihre Eigenſchaften anders als durch die Beobachtung finden laſſen?

Vom Daſeyn
der bewegenden Kraft.

§. 19.

Jedes erſchaffene Ding hat ſeinen **Ort.** Die Aenderung des Ortes heißt **Bewegung**, die **Ruhe** aber iſt das Verharren in einem Orte.

§. 20.

Beobachtungen. Wenn eine äußerliche Gewalt einen Körper in die Höhe wirft, fängt er die Bewegung nicht nur an, ſondern ſetzt ſelbe eine Zeit lang fort, bis er wieder zurücke fällt. 2.) Stoßt er in der Bewegung auf einen andern Körper, ſo bringt er auch in dieſem eine Abänderung hervor u. ſ. w. (§. 9.). 3.) Fällt der bewegte Körper von der Höhe auf einen andern herab, ſo wirkt er auf dieſen nicht nur nach dem Maaße ſeiner Schwere, ſondern auch ſeiner Bewegung.

§. 21.

I. **Dieſe Bewegung kann durch keine unthätige Indifferenz erkläret werden.** Denn die Bewegung ſelbſt iſt eine Wirklichkeit, eine wahre Aenderung des Ortes (§. 20.): ſie bringt auch Wirklichkeiten, wahre Aenderungen hervor (§. 20.). Mithin iſt ihre hinlängliche Urſach eine wahre Kraft (§. 5.), und nicht eitel Indifferenz.

 * Wenn

* Wenn der Körper in der Bewegung ganz gleich≠gültig blieb, würde ihn die Schwere niemals in die Höhe ſteigen laſſen, beſonders da die Kraft, welche den Körper zuerſt bewegte, nimmer auf ihn wirken könnte.

II. **Die fortgeſetzte Bewegung kann auch durch die zurücktreibenden, und anziehenden Kräften nicht erkläret werden.** Denn dieſe wirken nur in gar kleinen Abſtänden. Die Bewegung hingegen wird oft in große Entfernungen fortgeſetzt. 2) Die Bewegung nach der Schwere iſt der zurücktreibenden Kraft gerade entgegengeſetzt, mithin ꝛc.

§. 22.

III. **In den Körpern iſt eine bewegende Kraft.** Die Urſache der fortgeſetzten Bewegung iſt eine Kraft (§. 21. I.); und eine von der zurücktreibenden und anziehenden verſchiedene Kraft (II.); mithin weil ſie die Urſache der fortgeſetzten Bewegung iſt, wird ſie ſchicklich die **Bewegende** genennt.

IV. **Die bewegende Kraft iſt allgemein;** Denn alle Körper ſind vermögend die Bewegung eine Zeit fortzuſetzen. 2) **Den Elementen eigen;** denn die körperlichen Kräften können nur Eigenſchaften der Elemente, und nicht erſt der Zuſammenfügung ſeyn (§. 4. IV.). 3) **Thätig,** ſo lange kein Hinderniß aufſtößt. 4) **Unaufhörlich,** ſo lange der Grund der Möglichkeit zugegen iſt.

§. 23.

Die bewegende Kraft kann nicht der hinlängliche Grund von einer gewiſſen Geſchwindigkeit oder Richtung ſeyn. Denn ſie bewegt den Körper nach allen Richtungen mit verſchiedener Geſchwindigkeit. Indeſſen iſt die Kraft immer die nämliche, mithin müßte auch die Geſchwindigkeit und Richtung immer die nämliche ſeyn.

I. So wenig man eine Bewegung ohne beſtimmter Geſchwindigkeit, und Richtung denken kann, ſo wenig kann die Kraft der Grund von beeden ſeyn.

II. Die hinlängliche Urſach der Geſchwindigkeit, und Richtung muß alſo außer dem Körper ſeyn.

III. Was den Grund der Geſchwindigkeit, und die Richtung der Bewegung beſtimmet, macht die Möglichkeit der Bewegung aus.

IV. Sind die Beſtimmungen der Richtung in einer geraden Linie ſich entgegengeſetzt, bleibt die Bewegung allemal unmöglich.

V. Ob gleich die Möglichkeit der Bewegung wenigſt zum Theil außer dem Körper ihren zureichenden Grund hat (II. III.). Iſt doch die Urſach der wirklichen Bewegung in den Elementen ſelbſt, die bewegt werden.

VI. Die Elemente alſo ſind mit zurücktreibenden (§. 9. V.), anziehenden (§. 16. II. §. 11.), und bewegenden Kräften verſehen (§. 22.).

* Der Beweis dieſer dreyfachen Kraft hat eine natürliche Aehnlichkeit mit dem Beweiſe der Kräften unſrer Seele. Aus der Wirklichkeit unſrer Gedanken und Begierden ſchließen wir auf ein unveränderliches Kenntniß und Begehrungsvermögen. Wir müſſen alſo auch aus ähnlichen Wirkungen der Körper den Schluß machen. Wenn man uns fragt, was eigentlich das Kenntnißvermögen ſey, können wir nicht anders antworten, als: das Kenntnißvermögen iſt die Seele ſelbſt. Wenn es alſo auf die Frage kömmt, in wem das Weſen der körperlichen Kräften beſtehe, antworten wir gerade hin: Die Kräften ſind die Elemente ſelbſt. Wir können alſo von dem Daſeyn der körperlichen Kräften gewiß ſeyn, wenn wir gleich die karakteriſtiſchen Merkmaale dieſer Kräften nicht deutlich herzuſagen wiſſen.

Von dem Anfange, und der Fortſetzung der Bewegung.

§. 24.

Weil ſich die Bewegung der Körper ohne Bewegung der Elemente nicht denken läßt, und die Urſache der Fortgeſetzten Bewegung in den Elementen ſich aufhält: muß man zu erſt das erklären, was in einem einzelnen Elemente vorgeht, ehe man die Anwendung auf Körper ſchicklich machen kann.

§. 25.

§. 25.

So bald ein Element mit einem andern in jenen Abſtand kömmt, in dem die zurücktreibenden, oder anziehenden Kräften wirken, muß eine Bewegung entſtehen. Denn das Wirken der zurücktreibenden, und anziehenden Kräften beſtimmet allemal die Richtung, und die Geſchwindigkeit. Die Richtung, weil die Elemente allemal in gerader Linie, oder auseinander, oder zuſammen tretten; die Geſchwindigkeit aber, weil ſie allemal der zurücktreibenden, und anziehenden Kraft gleich iſt. Die Kraft iſt beſtimmt nach dem Verhältniſſe der Abſtände, mithin auch der Grad von Geſchwindigkeit. Die Richtung und die Geſchwindigkeit beſtimmen die Möglichkeit der Bewegung (§. 23. III.), iſt aber einmal der Grund der Möglichkeit zugegen, wirkt die bewegende Kraft nothwendig (§. 22. IV. n. 4.). Mithin ꝛc.

I. Die Beſtimmung der Richtung, und der Geſchwindigkeit hängt alſo von der Entfernung, und den Kräften dieſer beeden Elementen ab.

II. Wenn alſo kein neues Hinderniß vorkömmt, müſſen beede Elemente zur Bewegung in gleicher Richtung und mit gleicher Geſchwindigkeit beſtimmet werden, es mag hernach die Folge der Bewegung oder eine mehrere Annäherung, oder merklichere Entfernung ſeyn.

§. 26.

Wenn in gleicher Zeit gleiche Räume durchgelaufen werden, heiſt die Bewegung **gleichförmig** (motus æquabilis); wenn aber die Räume, welche in folgenden gleichen Zeiten durchgelaufen werden, zu oder abnehmen, heißt es eine **beſchleunigte**, oder **abnehmende** Bewegung (acceleratus, retardatus.). Iſt das Zu= oder Abnehmen der Räume von beſtändiger Einförmigkeit, wird die Bewegung **einförmig beſchleunigt**, oder **einförmig abnehmend** genennet; im Gegentheile **ungleich beſchleunigt**, oder **ungleich abnehmend** heißen.

§. 27.

Wenn ein Element einmal nach einer gewiſſen Richtung mit einer beſtimmten Geſchwindigkeit bewegt wird, muß dieſe Bewegung ſo lange fortdauern, bis eine neue Kraft auf dieſes Element wirket. Denn nur dieſe Richtung, nur dieſe Geſchwindigkeit, und mithin nur dieſe Bewegung hat in der gegebenen Hypotheſe den Grund der Möglichkeit (§. 25. II.); ſo lange alſo keine Wirkung einer neuen Kraft hinzu kömmt, bleibt alle Aenderung in bewegtem Elemente unmöglich.

I. Wenn alſo keine Kraft auf das Element wirkt, muß ſeine Bewegung ohne Ende, und in der nämlichen Richtung, und Geſchwindigkeit fortdauern, mit der ſich die Bewegung angefangen.

II. Weil das Wirken des Elements B auf das bewegte

Element A ſich nur auf gewiſſe Abſtände einſchränkt: muß die Bewegung des Elements A gleichförmig ſeyn, ſobald es über den beſtimmten Abſtand hinweg bewegt iſt.

III. **Sollte aber dieſes nämliche Element ſich in der Bewegung einem andern nähern, müßte in der Bewegung eine neue Aenderung vorgehen.** Denn das Wirken des andern Elements beſtimmet eine andere Richtung oder Geſchwindigkeit (§. 25. I.)

* Die Anwendung dieſer Wahrheit auf ganze Körper wird den Vortheil dieſes Grundſatzes ſo wie ſeine Richtigkeit überzeugend beweiſen.

§. 28.

So lang ein Element ſich in der Sphäre der anziehenden und zurücktreibenden Kraft befindet, muß ſeine Bewegung immer oder abnehmend oder beſchleunigt ſeyn (§. 26.). Denn I. kömmt das Element in die Sphäre der anziehenden Kraft, entſtehet eine Bewegung (§. 25.): beede Elemente ziehen ſich an, ſo lange ſie in dem kleinen, aber noch theilbaren Anziehungs-Abſtande ſind (§. 17. V.), mithin wird die Bewegung durch das Anziehen beſchleunigt (§. 26.). Kömmt II. das Element in die Sphäre der zurücktreibenden Kraft, entſtehet abermal eine Bewegung (§. 25.); gleich tretten beede Elemente auseinander und treiben ſich zurück, ſo lange ſie im Repulſionsabſtande ſind (§. 11. II.); mithin wird die Bewegung durch die anziehende

und zurücktreibende Kraft beſchleunigt. Kömmt aber III. das Element ſchon mit einem gewiſſen Grad der Geſchwindigkeit aus der Sphäre der anziehenden Kraft in jene der zurücktreibenden, und zwar mit einer größern Geſchwindigkeit, als die Gewalt der zurücktreibenden Kraft iſt, muß nothwendig die Geſchwindigkeit vermindert werden, denn die zurücktreibende wirket der bewegenden in gerader Linie entgegen. Mithin, in ſo weit ſie einander gleich ſind, iſt alle Bewegung unmöglich. Die Geſchwindigkeit muß alſo ſo lang gemindert werden, bis ſie vollkommen getilget iſt. Kömmt endlich IV. das Element mit einer größern Geſchwindigkeit aus der Repulſionsſphäre in die Attractionsſphäre, ſind die bewegende und anziehende Kraft wieder in gerader Linie einander entgegen; es bleibt alſo der Abnahm der Geſchwindigkeit ſo lang nothwendig, bis ſie vollkommen aufhört.

I. Weil die anziehende und zurücktreibende Kraft in verſchiedenen Abſtänden verſchiedene Wirkungen hervorbringt (§§. 11. 17.); kann der Zuſatz, oder Abnahm der Geſchwindigkeiten nicht gleichförmig ſeyn.

II. Mithin iſt weder die abnehmende, noch die beſchleunigte Bewegung gleichförmig (§. 26.).

III. Eben aus dieſem Grunde muß ein dergleichen Element in gerader Linie mit zu, und abnehmender Geſchwindigkeit ſchwingungsförmige Bewegungen machen, ſo wie wirs im Großen und an den Pendeln beobachten.

* Ich

* Ich gedenke hier noch nicht die Geſetze der Bewegungen zu beſtimmen, ſondern blos für Erklärung allgemeiner Eigenſchaften nöthige Gründe vorauszuſetzen. Aus eben dieſer Urſache muß ich die Gründe der zuſammengeſetzten Bewegung anführen.

§. 29.

Wirken die Kräften nach einer Richtung, entſtehet die **einfache**; wirken ſie aber nach verſchiedenen Richtungslinien, entſtehet die **zuſammengeſetzte** Bewegung.

I. Wenn alſo gleich ein drittes Element C von zweyen Elementen A und B die in einer Linie liegen, angezogen oder zurückgetrieben würde, entſtünde **dennoch nur eine einfache geſchwindere Bewegung, und keine zuſammengeſetzte.**

II. Die Möglichkeit der zuſammengeſetzten Bewegung in dem Element C ſetzt zum voraus, **daß A und B in keiner geraden Linie auf C wirken.**

III. Die Möglichkeit der zuſammengeſetzten Bewegung hat 3 Fälle: 1) **wenn C von A und B angezogen,** 2) **von beeden zurückgetrieben,** 3) **von einem angezogen, und von dem andern zurückgetrieben wird.**

§. 30.

In allen dieſen Fällen entſtehet eine zuſammengeſetzte Bewegung. 2) Die Richtung der Bewegung

drückt

drückt die Diagonal eines Parallelograms aus, welches die anziehenden oder zurücktreibenden Kräften formiren. 3) Die Geſchwindigkeit verhält ſich zu jener, die aus der Wirkung eines einzelnen Elements entſtünde, wie die Diagonal zu jeder Linie, welche die Kraft der einzelnen Elemente ausdrückt. Es entſtehet eine Bewegung, weil die Wirkungen der Elemente ſich nicht entgegen geſetzt ſind, und ſie iſt zuſammengeſetzt, weil die Elemente nicht in einer Linie liegen. Die Richtung der Bewegung muß mit den Wirkungen beyder Elementen zugleich im Verhältniſſe ſtehen (§. 25. I.), und dieſes Verhältniß iſt nur der Diagonal eigen. Die Geſchwindigkeit, weil ſie eben wieder mit den Wirkungen der Elemente proportional ſeyn muß (§. 25. I.), ſtehet auch mit der Diagonal im Verhältniſſe, daher die Diagonal, und die Seitenlinie des Parallelograms in der nämlichen Zeit durchgelaufen werden.

Den Beweis erklärt eine Figur: ſetzen wir, daß das Element C Fig. I. mit den Elementen A und B in den Attractions-Abſtande gekommen. Wenn A mit der Kraft = nC, und B mit der Kraft = mC das Element C an ſich zieht, entſtehet eine zuſammengeſetzte Bewegung nach der Richtung = Co; weil in dieſem Falle keine andere Richtung möglich iſt, die das Verhältniß beyder Elementen in ihren Wirkungen beobachtet. Die Geſchwindigkeit verhält ſich = Co:nC oder = Co:mC. Setzen wir Fig. II. das Element C werde von dem Element A, mit der Kraft = Cm zurückgetrieben, und von B mit der Kraft = Cn: lauft das

Ele-

Element C wieder die Diagonal Co mit gleichem Verhältniſſe der Geſchwindigkeit durch. Setzen wir endlich: Fig. III. das Element C werde von A mit der Gewalt = nC angezogen, und von B mit der Kraft = Cm zurückgetrieben; gleich entſtünde eine zuſammengeſetzte Bewegung mit der Geſchwindigkeit = Co: Cm oder Co: Cn, nach der Richtung = Co.

* Indeſſen können die Kräften beſonders im erſten und letzten Falle in der Sache ſelbſt durch keine gerade Linie ausgedrücket werden; denn weil das Anziehen, und Zurücktreiben anhaltend iſt, muß die Richtung der Bewegung ſowohl, als die Lage der Subſtanzen immer verändert werden. Ferner wird auch A und B vom Elemente C, und nicht allein dieß von jenen für ſich ſelbſt, wenn nicht andere Urſachen dazu kommen, wechſelweis angezogen: ſo iſt alſo der ganze Satz (§. gegenw.) bedingt, und dennoch folgt aus dieſem auch nur bedingtem Satze

I. Daß, wenn das Element A von andern Elementen nach allen möglichen Richtungen mit gleichen Kräften angezogen wird, das Element A ſo lange ruhen müſſe, als die Kräften gleich ſind. (§. 24. IV.)

II. Wird ein einziges ſolches Element aus der vorigen Lage gebracht, muß in allen übrigen Elementen eine Bewegung entſtehen, ſo lange, bis die Gewalt nach allen Richtungen wieder gleich iſt.

** Der Beweis ſelbſt von der zuſammengeſetzten Bewegung

wegung (der ungemein einfach, ſehr leicht, und auf die Unmöglichkeit einer Linie gegründet iſt, die nicht Diagonal heißt, und dennoch das Verhältniß wirkender Kräften genau beſtimmet) kann von niemand umgeſtoſen werden, als der die Möglichkeit einer ſolchen Linie beweiſet; und weil ſich dieſes wohl nimmermehr verſprechen läßt, bleibt die Richtigkeit unſers Beweiſes immerhin negativ überzeugend.

§. 31.

Wenn auf ein Element nicht nur zwey, ſondern mehrere Elemente in verſchiedenen Richtungslinien wirken, muß die Bewegung immer mehr zuſammen geſetzt ſeyn (§. 29.).

I. Die Richtung dieſer mehr zuſammengeſetzten Bewegung iſt eben ſo zu beſtimmen, als wie jene, die von zweyen Elementeu abhängt (§. 30.).

II. Man ſucht alſo zu erſt die Diagonal von zwo einzelnen Kräften, hernach nimmt man die Diagonal als die Linie eines neuen Parallelograms an, und ſucht die neue Diagonal von ihr, und einer andern einzelnen Kraft. Die neue Diagonal wird wieder eine Linie von einem neuen Parallelogram, das ſie mit der vierten einzelnen Kraft formiret, u. ſ. w.

III. Die letzte Diagonal alſo drückt die Richtung und Geſchwindigkeit der zuſammengeſetzten Bewegung aus.

IV. Weil denn die Anzahl der Elementen auch in ei-

nem

nem kleinen Raume ungemein groß ſeyn muß (§. 3. n. 1.) iſt die Bewegung auch in ungemein großem Verhältniße zuſammengeſetzt. 2) Es kann auch keine Ruhe möglich werden, bis die wirkende Gewalt von allen Seiten her gleich iſt. 3) Die Urſache dieſer Ruhe alſo iſt die von allen Seiten gleichwirkende Gewalt.

* Dieß ſind die Hauptgründe, aus denen ich die körperlichen Eigenſchaften zu erklären gedenke, und ohne Mühe, und Gefahr des Irrthums erklären werde, wenn ich zuvor die einzige Frage unterſucht habe:

Ob die Kräften der Elemente durchaus die nämlichen ſind?

§. 32.

Aus dem, daß die zurücktreibende, anziehende, und die bewegende Kräften, Kräften der Elemente, und allgemeine Kräften ſind, folgt noch nicht, daß dieſe Kräften in allen Elementen vollkommen gleich ſind. Denn das einfache Weſen eines Dinges und die Allgemeinheit einer Kraft machen mit dem größern oder kleinern Grad eben dieſer Kraft in einem einfachen Weſen noch lange keinen Widerſpruch aus. 2) Wenn man auch aus den allgemeinen Geſetzen der Bewegung auf eine vollkommene Gleichheit der bewegenden Kräften ſchließen darf, können doch die anziehenden und zurücktreibenden Kräften in verſchiedenen Elementen annoch verſchieden

den ſeyn. Denn die bewegende Kraft iſt von der anziehenden und zurücktreibenden Kraft unterſchieden (§. 21. II. §. 22.); ob gleich dieſe die Richtung und Geſchwindigkeit der Bewegung beſtimmt (§. 25.).

§. 33.

In den Körpern beobachten wir verſchiedene Eigenſchaften, als 1) die verſchiedene Dichtigkeit, 2) Härte, 3) Weiche, 4) Schnell- und Spannkraft, 5) verſchiedene Feſte und Flüßigkeit.

* Weil wir den deutlichen Begrif dieſer Eigenſchaften zu unſern Vorhaben nicht nöthig haben; und erſt ſpäter entwickeln werden, können wir indeſſen mit dem alltäglich klaren Begriſe davon zufrieden ſeyn.

§. 34.

Wenn die zurücktreibenden und anziehenden Kräften der Elemente nicht öfters abwechſeln, und doch vollkommen gleich ſind, können aus ſelben keine Körper von verſchiedenen Eigenſchaften entſtehn. Dieſe verſchiedenen Eigenſchaften müſſen ihren hinreichenden Grund oder in den Elementen, oder in der Zuſammenfügung, oder in beeden zugleich haben. Nun aber 1) vollkommen gleiche Elemente können unmöglich durch ihre vollkommen gleiche Kraft eine hinlängliche Urſach ungleicher Eigenſchaften ſeyn (§. 5. III.). 2) Die Zuſammenfügung hat keinen andern Grund der Möglichkeit als die Kräften der Elemente. Sind die

die Gründe der Zuſammenfügung gleich, kann auch die Zu, ſammenfügung nicht anders als gleich ſeyn. Aus gleicher Zuſammenfügung können keine ungleiche Eigenſchaften entſtehen. 3) Weil alſo aus gleichen Elementen gleiche Zuſammenfügungen entſtehen, können gleiche Elementen und gleiche Zuſammenfügungen auch nicht miteinander einen hinreichenden Grund ungleicher Eigenſchaften ausmachen.

I. Weil in den Körpern und ihren Eigenſchaften eine große Verſchiedenheit vorkömmt (§. 33.); **muß ein Grund dieſer Verſchiedenheit angegeben werden, um die Eigenſchaften der Körper vollkommen zu erklären.**

II. Wenn dieſe Verſchiedenheit ſowohl durch die Ungleichheit der Elementarkräften, als durch die Abwechslungen (§. 17. Anmerk. 2.) gleich richtig könnte erkläret werden; **müßte man ſagen, daß dieß allein weder die Realität der ungleichen Kräften, noch des berühmten Syſtems von Abwechslungen hinlänglich bewieſe.** Denn von verſchiedenen Eigenſchaften läßt ſich nur der Schluß auf einen hinlänglichen Grund machen, ohne gleich die Individuellurſache beſtimmen zu können.

§. 35.

Wenn man auch die Abänderungen der anziehenden und zurücktreibenden Kräften annimmt, muß man dennoch überdas eine Ungleichheit der Kräften zu laſſen, entweder in der Energie, oder in der Ausdehnung auf gewiſſe Abſtände: (varios gradus ſeu

magnitudinis intenſivæ ſeu extenſivæ). Gemäß dem allgemeinrichtigen **Grund der Unkenntbaren** (vi Principii indiſcernibilium), von dem uns eine ächte Metaphyſik ſo überzeugende Beweiſe liefert (a), muß in jedem Elemente A etwas ſeyn, das in dem Elemente B nicht iſt: denn ſonſt würde das Element A und B eines ſeyn. Nun aber haben die einfachen Elemente keine Theile, keine Ausdehnung, keine Figur ꝛc. nur Kräften haben ſie. Mithin muß in den Kräften ein Unterſchied angenommen werden, der nicht blos vom Orte oder von der Zeit, ſondern von innerlicher Ungleichheit herrührt. Dieſe innerliche Ungleichheit läßt ſich nur oder in der Intenſion der wirkenden Kraft, oder in der Weitſchichtigkeit der Wirkungsſphäre mit Grund denken.

I. Wenn alſo gleich die anziehende Kraft in verkehrter Ordnung mit den Abſtänden wächſt, und alle Gegengewalt überwindet (§. 11.): wenn gleich in gewiſſen Abſtänden die anziehende Kraft im geraden Verhältniſſe mit den Abſtänden eine Zeit wirket, muß dennoch eine andere Ungleichheit in dieſen Kräften angenommen werden.

II. Verſchiedene Arten dieſer Ungleichheit.

Setzen wir I. die zurücktreibende Kräften des Elements A

(a) Leibnitzens Lehrſätze von den Monaden §. 8. 9. 10. ꝛc. Oeuvres phil. Nouveaux Eſſais chap. XXVII. Eben dieſen Grundſatz hat vollſtändig der um die Wiſſenſchaften Verdienſtvolle H. Bened. Stattler Procanc. unſerer Univerſität bewieſen in der Logik §. 33. und Ontol. §§. 131. 132. 134.

A Fig. IV. erſtrecken ſich bis in b. Die Theile A b von der geraden Linie A X drücken die Abſtände aus. Wir können alſo im jeden Puncte von A bis b eine Semiordinate aufrichten, und dadurch die Größe der zurücktreibenden Kräften beſtimmen; wird nun der Abſtand, in welchem A X durchgeſchnitten wird, größer bis c, oder kleiner bis d, iſt das Verhältniß der zurücktreibenden Kräften, ſo wie jenes der Semiordinaten ganz anders beſchaffen.

II. Auch im nämlichen Abſtande A b Fig. V. kann die zurücktreibende Kraft verſchieden ſeyn, wenn die krumme Linie eine andere Aequation erhält.

III. Beede Fälle können auf die anziehende Kraft eben ſo richtig angewendet werden.

§. 26.

IV. Wenn ich alſo durch dieſe Ungleichheiten der Kräften (§. vorherg.) die verſchiedene Eigenſchaften der Körper hinlänglich erkläre, würde ich die öftern Abwechslungen dieſer Kräften ohne zureichenden Grund annehmen. Denn wenn die aus den metaphyſiſchen Gründen erwieſene Ungleichheiten der Kräften zur Erklärung der körperlichen Eigenſchaften erklecken, kann das Daſeyn der Abwechslungen wohl nimmer erwieſen werden; weil die Naturlehre nirgend eine überflüßige Urſache annimmt, und keine Urſache als die wahre ausgiebt, die ſich nicht aus den Eigenſchaften, als Wirkungen dieſer Urſache erweiſen läßt.

§. 37.

Summe aller Hauptſätze von der Natur eines jeden Elements, ſie mögen hernach mit den ſonſt angenommenen Meynungen übereinſtimmen oder nicht.

1.) In jedem Elemente giebt es eine **zurücktreibende Kraft**, welche in einem doch nicht allgemein **beſtimmten** Verhältniſſe mit dem Anwachſe der Abſtänden wieder abnimmt. Und weil dieſe Kraft durch keine andere kann überwunden werden, drücke auch ich ſie mit einer krummen aſymtotiſchen Linie aus. 2.) Dieſe zurücktreibende Kraft ändert ſich in jedem Elemente in die **anziehende**, welche mit den Abſtänden in einem doch noch unbeſtimmten Verhältniſſe anfangs wächſt, und hernach wieder abnimmt. Auch bey mir drückt ſich dieſe Kraft durch eine krumme Linie aus, welche die Achſe durchſchneidet, und nach dem Durchſchnitte der Achſe durch Semiordinaten das Anziehen beſtimmt. (3) Gemäß dem Grunde der Unkenntbaren müſſen die Kräften von jedem Elemente durch eine **beſondere Linie von einer beſondern Aequation** ausgedrückt werden. 4.) Der Abſtand, wo die Achſe durchgeſchnitten wird, kann in verſchiedenen Elementen gleichfalls verſchieden ſeyn. 5.) Alle Eigenſchaften der Körper laſſen ſich durch eine einzige Abänderung der zurücktreibenden Kräften in die anziehenden erklären.

Anwen-

Anwendung dieſer Hauptſätze auf die Eigenſchaften der Körper.

Die Dichtigkeit, und Lockerheit.

§. 38.

Weil die Art und Weiſe, wie ein Ding mit andern außer ſich exiſtirenden Dingen zugleich vorhanden iſt, den **Ort** eines Dinges ausmacht; muß jedes Element ſeinen Ort haben. 2.) Die Summe mehrerer Oerter heißt **Raum.** (a) Weil alſo ein Element keine Ausdehnung hat, **kann ein Element keinen Raum haben.**

I. **In die Reihe jener Dinge gehören, die einen Raum ausmachen; und ſelbſt in einem Raume ſeyn,** das ſind verſchiedene Dinge.

II. **Das Element hat alſo ſeinen Ort, und der Körper ſeinen Raum.**

III. Die Größe des Raumes hängt von der **Entfernung** der Dinge, deren einzelne Oerter den Raum zuſammen ausmachen, und von der **Vielheit** der Dinge ab.

§. 39.

In einem Körper kann man alſo den Raum, und die Elemente betrachten (§. vorg. II.) Der Raum macht den **Innbegrif** (volumen), die Elemente aber die Maſſe aus. Mithin wird

 I. der

(a) Stattlers Ontolog. §. 158. Succows Naturl. Th. 1. §. 35. 36.

I. der Innbegrif eines Körpers durch die Entfernung der äußerſten Theile beſtimmt.

II. Wenn alſo dieſe nach allen Richtungen die nämliche Entfernung haben, bleibt der nämliche Innbegrif, mag die Maſſe kleiner oder größer ſeyn.

§. 40.

Je größer oder kleiner die Summe der Beſtandtheilen in dem nämlichen Innbegrife iſt, deſto dichter oder locke=rer iſt der Körper.

I. Weil zwiſchen den Elementen kein mathematiſcher Kontakt möglich iſt (§. 8.), wenn ſie eine Ausdehnung formi=ren ſollen, und der Abſtand zwiſchen zwey Elementen größer oder kleiner iſt (§. 7. II.); kann es unmöglich einen voll=kommen dichten Körper geben.

II. Mithin ſind Lockerheit, und Dichtigkeit nur relati=ve Begrife.

§. 41.

Auch die kleinſten Körpertheile (moleculæ primigeniæ) welche unmittelbar aus einfachen Elementen zuſammen geſetzt ſind, müſſen eine nach Verſchieden=heit der Kräften verſchiedene Dichtigkeit haben. Die zurücktreibende Kräften erſtrecken ſich auf verſchiedene Abſtände (§. 35. II. §. 37. n. 3.). Nun aber kann ein Element nur dort ruhen, wo die zurücktreibende Kraft aufhört, und die an=ziehende zu wirken anfängt. Es müſſen alſo die Elemente in verſchiedenen Entfernungen ruhen. D. i. die klein=ſten Theile ſind aus Elementen zuſammengeſetzt, die größere

oder

oder kleinere Abſtände haben. Mithin ſind die kleinſten Theile von verſchiedener Dichtigkeit (§. 40.)

I. Weil alſo zwiſchen zwey Elementen allemal theilbare Zwiſchenabſtände liegen, hat jedes kleinſte Körpertheilchen mehr Räume als Materie (§. 39.).

II. Wenn auch die kleinſten Körpertheile gleich dichte wären, könnten ſie doch verſchiedene Figuren formiren. Denn die Dichtigkeit ſchließt Tiefe, Breite und Länge in ſich. Es können alſo nach einer oder nach der andern Richtung mehr Elemente zuſammengefügt werden.

§. 42.

Iſt die Figur der kleinſten Theile verſchieden, ſo haben wir einen neuen Grund, die verſchiedene Dichtigkeit oder Lockerheit zu erklären. Denn weil die Verſchiedenheit der Figuren beynahe ins Unendliche geht, und die Vermiſchung der Figuren verſchiedene Zwiſchenräume formirt; muß auch die Verſchiedenheit in Abſicht auf die Dichtigkeit beynahe unendlich ſeyn.

* Setzen wir z. B. nur Sphären, Würfel, Pyramiden, wie oft läßt ſich eine Sphäre mit andern Figuren, mit Würfeln, mit Pyramiden rc. vermiſchen?

§. 43.

Weil die Zwiſchenräumchen den Körper poros machen, und die Zwiſchenräume allemal an der Zahl die Elemente übertreffen (§. 41. I.): muß jeder Körper ungemein poros ſeyn. 2.) Die Poroſität der Körper iſt eben ſo verſchieden, wie die Dichtigkeit und Lockerheit.

* Daher kann man zerriebenes Salz mit Waſſer vermiſchen, ohne den Innbegrif des Waſſers zu vermehren. 2.) Eben darum können durch die Körper, die in kleinen Flächen verdünnet werden, Licht, Waſſer, und Luft dringen.

§. 44.

Die Dichtigkeit zweer Körper, deren Innbegrif gleich iſt, verhält ſich, wie die Vielheit der Elemente, oder die Maſſe. 2.) Iſt aber die Vielheit der Elemente gleich, ſteht die Dichtigkeit mit dem Innbegrife in verkehrter Ordnung. Dieſe zwey Naturgeſetze ſind ein unmittelbarer Folgeſatz aus dem Begrife der Dichtigkeit und des Inbegrifes (§. 39.) Wenn ich alſo

§. 45.

I. Die Dichtigkeit, Maſſe, und den Innbegrif eines Körpers durch D, M, V; eines andern aber durch d, m, v ausdrücke, verhält ſich $D : d = \frac{M}{V} : \frac{m}{v} = Mv : mV$.

II. Mithin ſind $M : m = DV : dv$, und

III. $V : v = \frac{M}{D} : \frac{m}{d}$.

Vom Zuſammenhange.

§. 46.

In den kleinſten Körpertheilchen hangen die einfachen Elemente zuſammen, wenn ſie alle in jenen

Abſtänden ſind, in denen ſich die zurücktreibende Kräften in die anziehenden abändern. Denn in dieſem Falle widerſtehen die Elemente ihrer Abſönderung; nun aber iſt dieß der Begrif vom Zuſammenhange überhaupt (§. 15.)

§. 47.

Der Zuſammenhang iſt auch außer dieſem Falle, wo ſich die zurücktreibenden Kräften in die anziehenden abändern (§. vorher.), möglich; denn wenn gleich ein Element nicht von allen übrigen angezogen, ſondern von einigen auch zurücke getrieben wird, ſo wird doch der Zuſammenhang entſtehen, wenn die Summe der anziehenden Kräften jener der zurücktreibenden vollkommen gleich iſt. Die Figur macht die Wahrheit faßlicher. Setzen wir Fig. VI. das Element a werde von d und e angezogen, und von b und c gleich ſtark zurückgetrieben; ſo muß doch das Element a im vollkommnen Zuſammenhange mit b, c, d, e vereint bleiben, ob es ſchon nicht von allen gleich angezogen wird. Eben ſo wenn das Element b von a und d zurückgetrieben, und von c und e gleich ſtark angezogen wird, muß eine vollſtändige Ruhe entſtehen.

I. Der Zuſammenhang alſo hängt in Abſicht auf die Verſchiedenheit, theils von der verſchiedenen Vielheit der Elemente, theils von Ungleichheit der Kräften, theils von den Abſtänden ab.

II. Die Verſchiedenheit des Zuſammenhanges iſt alſo beynahe unendlich groß, weil die Verſchiedenheit

heit der Kräften, der Abſtänden, der Anzahle von Elementen ungemein modifikabel iſt.

III. Weil der Zuſammenhang von den Kräften (I.), das Wirken der Kräften von der vervielfältigten Berührung, die vielfältige Berührung von der Figur abhängt, muß man die Verſchiedenheit der Figuren in den Theilen, auch als einen Theilgrund des Zuſammenhanges anſehen.

IV. Wenn alſo das Wirken der kleinſten Theilchen verſchieden, muß auch der Zuſammenhang verſchiedne Grade haben (§. 15.)

* Es iſt alſo die Erklärung des Zuſammenhanges (§. 15. IV.) allgemein, weil ſie das Weſen allein betrachtet, und von der modaln Verſchiedenheit abſtrahirt.

§. 34.

Der Zuſammenhang unter den einfachen Elementen, welche das kleinſte Körpertheilchen formiren, iſt größer, als jener unter mehrern Körpertheilchen. Denn weil ſo ein Theilchen nicht einmal durch ein Mikroſcop merklich, ja kaum wegen ihrer Feinheit der Phantaſie vorſtellig iſt; müſſen die meiſten Elemente in jenen Abſtänden ſeyn, in denen jedes Element von allen übrigen angezogen, und nimmer vom Zuſammenhange mit andern getrennet wird, bis die zuſammenwirkenden Kräften aller übrigen überwunden werden. Im Gegentheile kann ein Körpertheilchen das andere in gar wenigen Punkten berühren; mithin können gar wenige Elemente

mente von dieſem Körpertheilchen auf gar wenige von jenem wirken, weil ſie wegen der Entfernung außer der Anziehungsſphäre verſeßet werden. 2.) **Ferners eben aus dieſem Grunde**, daß ſich einige Elemente durch Berührung in den Attractionsabſtand nähern, können andere in die Repulſionsſphäre getrieben werden. Es muß alſo der Zuſammenhang zweyer Körpertheilchen nothwendig gemindert werden, und von dem unmittelbaren Zuſammenhange der einfachen Elemente verſchieden ſeyn.

* Eine Anmerkung über den Zuſammenhang ſchon ſichtbarer Theile wird dieſen Saß noch deutlicher machen. Wenn wir einen Glasſcherben, oder ein Stückgen Holz brechen, können wir den gebrochenen Theilen unmöglich durch Zuſammenhaltung den vorigen Zuſammenhang verſchaffen. Warum? — weil, wie ich ſpäter zeigen werde, wenige hervorragende Theilchen (die durch die zuſammendrückende Gewalt in den Repulſionsabſtand verſeßt werden) ungleich mehrere Theilchen von dem zuſammenwirkenden Anziehen der Kräften ausſchließen. Eben ſo verhält es ſich mit den unmerkbaren, und erſten Körpertheilchen; ſeßen wir z. B. Fig. VII. ſolche zwey Sphärchen, in denen ſich die einfachen Elemente b, b, und c, c, anziehen, und durch das Anziehen einen Zuſammenhang bewirken könnten. Allein die Elemente a, a kommen gar leicht in die Repulſionsentfernung, und vermindern die Wirkungen der anziehenden Kräften. **Ein Gleiches** verſteht ſich von allen

Figu-

Figuren, welche die Berührungspunkte entweder vermehren, oder vermindern.

I. **Der Zuſammenhang unter den erſten Körpertheilchen kann durch eine Kraft überwunden werden, die nicht hinlänglich iſt jenen der Elemente zu zerſtöhren.**

II. Der Zuſammenhang unter den erſten Körpertheilen wächſt wie die Zahl der Elemente vom kleinſten Körpertheile A, die von den Elementen des kleinſten Körpertheiles B angezogen werden.

III. Wenn die ſich anziehenden Elemente mehrerer kleinſten Körpertheile gleich ſind, kann der Unterſchied von Abſtänden den Zuſammenhang noch ungleich machen (§. 48. II.)

IV. Auch die zurücktreibende Kräften mindern den Zuſammenhang der kleinſten Körpertheile, wenn ſie durch das Anziehn anderer Theile in ihre eigne Wirkungsabſtände gelangen.

V. Die Verſchiedenheit des Zuſammenhanges unter den kleinſten Körpertheilchen geht faſt ins Unendliche (II. III. IV.)

VI. Das kleinſte Körpertheilchen kann in **verſchiedener Richtung verſchiedene Grade des Zuſammenhanges mit andern Theilen haben.** Denn es können nach verſchiedener Richtung die Zahl der Elemente, und die Anziehungsabſtände verſchieden ſeyn.

§. 49.

In den Körpern muß ein zerſchiedener Zuſammenhang ſeyn. Denn die Körper ſind aus den kleinſten

Thei-

Theilen zuſammengeſetzt; und jeder Körper iſt nur darum die-ſer Körper, weil er aus dieſen, und keinen andern Theilen zu-ſammengeſetzt iſt; nun aber die kleinſten Körpertheile ſind von ſehr zerſchiedenem Zuſammenhange (§. vorher.): mithin muß auch der Zuſammenhang in verſchiedenen Körpern ſehr ver-ſchieden ſeyn.

I. Die Natur und die Mannigfältigkeit des Zuſammen-hangs iſt ſchon beſtimmt; weil der Zuſammenhang einfacher Elemente, die ein erſtes Körpertheilchen formiren, und der Zu-ſammenhang der erſten Körpertheilchen, die ein ſchon ſichtba-res Körpertheilchen ausmachen, durchaus beſtimmet iſt.

II. Es übrigt alſo nur noch die Geſetze des Zuſammen-hanges unter den ſchon merklichen Theilen ins klare Licht zu ſetzen.

§. 50.

Verſuche. Wenn ich eine Kugel von Wachs, Pech, Harz, Hafnerton ꝛc. auf eine metallene, hölzerne oder ſteiner-ne ꝛc. reine Tafel andrücke, **braucht es mehr Gewalt, die Kugel von dieſen Körpern wieder abzuſöndern als einzeln zu bewegen.** 2.) Dieſe abſöndernde Gewalt hat immer mehr Energie nöthig, je ſtärker dieſe Kugel an den andern Körper hingedrückt, und durch das Drucken ſeine Be-rührungsfläche erweitert wird. 3.) Gleichfalls iſt eine große Gewalt erfordert, zwo Bleykugeln zu trennen, welche in zween geebneten Theilen zuſammengedrückt waren, ob gleich die Be-rührung in ganz kleinen Theilchen geſchieht. 4.) Bin ich ſo glücklich die Berührungspunkten dieſer zwo Kugeln zu vermeh-

ren, erhält der Zuſammenhang allemal einen höhern Grad, wie ich es mit angehängten Gewichtern geprüfet habe. 5.) Jedes Zuſammendrücken des Schnees verſtärkt auch ſeinen Zuſammenhang. Mehrere dergleichen Verſuche enthält die Naturlehre von H. Succow (a).

§. 51.

I. **Zwiſchen der Zahl von Berührungspunkten, und dem Zuſammenhang iſt nothwendig ein Verhältniß.** Denn in allen Verſuchen (§. vorher.) ändert ſich nichts als der Umfang von der Berührung, und mit der Berührung wechſelt allemal der Zuſammenhang.

II. Weil alſo kein widerſprechender Verſuch kann angegeben werden, bleibt dieſes Verhältniß ein allgemeines Geſetz des Zuſammenhanges.

III. **Die Berührungspunkte ſind nur der Grund von Möglichkeit des Zuſammenhanges.** Denn die Berührung verſchaft nur das Daſeyn der Anziehungsabſtände und die anziehenden Kräften bleiben allemal die wirkende Urſache des Zuſammenhanges.

* Durch dieſe Berührungspunkte verſtehe ich nicht mehr ein Element, ſondern ſichtbare Theile.

§. 52.

Richtigkeit dieſes Geſetzes aus der Anwendung.

I. **Zween Körper z. B. zwo marmorſteinerne Platten hängen nimmer zuſammen, bis ſie polirt werden.** Denn erſt das Ebene wirkt unmittelbar die Berührung.

II. Zwey

(a) Th. 1. K. 2. §. 240.

II. Zwey eiſerne Stängelchen können nicht ehe zuſammen geſchweißt werden, bis die Theile durch das Feuer glühendweich geworden. Denn die harten Theile können nicht ſo leicht in die Lage einer größern Berührung zuſammen geſchlagen werden, und die ſchon zuſammenhangende Theile werden durch wiederholte Schläge gar in die Repulſionsabſtände hineingetrieben (§. 48. IV.) Eben dieß gilt von den marmorſteinernen Platten.

III. Hieher gehört auch die Beobachtung von den Glasſcherben, Stückchen Holze (§ 48. Anmerk.).

IV. Der Verſuch des Herrn Van Muſchenbroeck (a) verdient eine beſondere Aufmerkſamkeit. Cylinder von verſchiedener Materie im Durchſchnitte 1, 916 rheinländer Zoll ſtark, erhitzte er im gleichen Grade: und mit raumfüllenden Unſchlitte aufeinander gelegt, ließ er ſelbe erkalten. Da er ihren Zuſammenhang mit Gewichtern unterſuchte, fand er, daß die Cylinder von

Silber	125	tb getragen haben.
Kupfer	200	
Meßing	150	
weichen Eiſen	300	
Zinn	100	
Bley	275	
weißen Marmor	225	
ſchwarzen Marmor	230	
Helſenbein	108	

(a) L. Inſtit. Phyſ. de Cohær. Corp. C. XX. und Introd. ad Cohær. Corp. firmorum.

V. Anmerkungen über dieſen Verſuch.

1.) **Die Urſache des Zuſammenhanges liegt nicht in dem Drucke der Luft.** Denn dieſer Druck aus der Höhe, und Schwere zuſamm kalkulirt läuft nicht über 41. ℔. Ferner ſind die Cylinderflächen alle gleich, mithin würde auch die Preſſion des Luftkreiſes durchaus gleich ſeyn.

2.) **Die Theile des Unſchlitts vermehren die Berührungspunkte,** weil ſie die Zwiſchenräume der Flächen ausfüllen.

3.) **Die Flächen hangen durch die Unſchlittstheile zuſammen.** Denn ein jeder Unſchlittstheil berühret beede Flächen, und hängt mit beeden zuſammen.

4.) **Die größere Menge der Unſchlittstheile mindert den Zuſammenhang,** weil die Theile von Unſchlitt nur unter ſich, und nicht mehr alle mit den Flächen zuſammen hängen.

5.) **Die eiſernen Cylinder hangen mehr zuſammen als die kupfern, dieſe mehr als die zinnern** u. ſ. w.; weil nämlich die Theile von Unſchlitt mehr vom Eiſen als Kupfer angezogen, und die Eiſentheile vom Unſchlitt in mehrern Punkten berühret werden.

6.) **Der Zuſammenhang dieſer Cylinder nimmt ab, oder zu, wenn man ſtatt des Unſchlitts Pech, Wachs, Oel, u. ſ. w. gebraucht.** Denn die kleinſten Theile dieſer Körper ſind von jenen des Unſchlitts unterſchieden.

7.) Mit

7.) Mit dem Grade der Wärme wechſelt auch der Grad des Zuſammenhanges. Die Urſache wird am gehörigen Orte angezeigt.

VI. Auf dieſen Gründen ruht die Theorie vom Lötten, Verkütten, Leimen, ꝛc. Jedes einzelne Theilchen von dem Leime oder Kütte ꝛc. hängt an beeden Theilen, die man vereinigen will, und vermehrt die Berührungspuncte.

* Nicht viel anders, als eine ſolche Kütte, oder Zwiſchenmaterie betrachten einige der größten Gelehrten unſrer Zeiten jene Lufttheilchen, welche in dem Körper eingeſchloſſen ſind, und fixe Luft genennet werden. Unſer ſo beſcheiden, als ſinnreiche Herr Prof. der Anat. Leveling wirft in einer ſeiner Abhandlungen (a) die Frage auf: ob nicht vielleicht viele Körper die größere Stärke ihres Zuſammenhanges der fixen Luft zu verdanken haben? Dieſes behaupten mit dem großen Herrn von Haller (b), H. Mackbride (c), H. Jaquin (d), H. Hales (e) ꝛc. ꝛc. welchen ganz deutlich Herr von Haen widerſpricht (f).

So ſorgfältig ich immer alle dieſe Stellen, wie auch die Lomonoſowiſchen Abhandlungen (g) von der Schnell-

(a) De Carie Cranii. §. XV.
(b) Durch Erfahrungen erläuterte Verſuche, von der Natur und den Eigenſchaften der figierten Luft.
(c) Elem. Phyſiol. T. I. L. I. S. I.
(d) Examen Chemicum Doctrinæ Mayr. & Blackianæ.
(e) Statick der Gewächſe. 6 Hauptſt.
(f) P. XIII. Rat. Medendi C. II.
(g) Comment. nov. Acad: Scient. Petrop. T. I.

Schnellkraft der Luft, und von der Wirkung der chemiſchen Auflöſungsmitteln durchlas; konnte ich mich doch bis jezo nicht überzeugen: daß dem fixen Luft dieſe Bindungskraft eigen ſey. So begierig ich noch mehreren Verſuchen entgegen ſehe, ſo wenig getraue ich mir in einem entſcheidenden Tone zu reden. Nur eine oder die andere Anmerkung will ich unterdeſſen machen.

I. **Ich finde gar keine Nothwendigkeit ein ſolch allgemeines Bindmittel ausfindig zu machen;** weil der Zuſammenhang eine Wirkung der Kräften in den einfachen Elementen, aus welchen doch alle Körper entſtehen, und alſo eine allgemeine Eigenſchaft der Körper iſt (von §. 46. an).

II. Da die zuvor fixe Luft in vielen Auflöſungen ꝛc. auch ohne Vermehrung der Wärme ihre Freyheit erhält, dehnet ſich ſelbe ungemein aus: ſie muß alſo zuvor gedruckt und eingeſchränket geweſen ſeyn: und eben deswegen hat **ihre Schnellkraft vielmehr dem Zuſammenhange widerſtehn, als ſelben befördern müſſen.**

III. Aber eben das iſt, was Herr von Haller (an ob. Stelle) verneinet, da er glaubet, **die Erfahrungen beweiſen, daß die zurücktreibenden Kräften der Luft,** wenn ſie fix iſt, **in die anziehenden umarten.** Deſſen ohngeachtet glaube ich doch, dieſes Umarten ſey nimmer zu beweiſen, wenn eine hinlängliche Urſache angegeben wird, warum die Luft, ob ſchon ſie ſehr ſtark dem Zuſammenhange durch ihre Schnellkraft widerſtehe, doch zuſammgedruckt werde,

de, und alſo zuſammgepreſſet in dem Körper verbleibe. Ich wage es eine ausfindig zu machen.

Die Luft, bevor ſie alſo eingeklammert wird, empfindet mit der übrigen einen ganz gleichen Gewalt, und wird wie dieſe zuſammgedrückt. Wenn nun ferner bey Erzeugung des Körpers, da ſie in ſelben eingekerkert wird, ein neuer Druck kömmt, muß ſie noch mehr zuſammgepreſſet werden. Daß aber dieſes in der That geſchehe, läßt ſich ohne Beſchwerniß faſſen. Weder ein Knochen in dem Thiere, weder das Holz in der Pflanze, noch der Stein, oder das Metall unter der Erde wird auf einmal zuſammgeſetzt. Die Theilchen vereinigen ſich nach und nach; zuvor ſind ſie abgeſöndert, und zwiſchen ihnen ſind nicht nur wäſſerige, ſondern auch ſo gar in den wäſſerigen, und übrigen flüßigen Körpern Lufttheile, welche ſo, wie die übrige Luft zuſammgedrückt ſind. Vereinigen ſich nun die Knochentheilchen, oder die Holz, Stein, und Metalltheilchen, ſo werden die anziehenden Kräften den andern Theilen, welche in einem feſten Körper z. b. in einen Knochen zuſammtretten, die kleinen Lufttheilchen umgeben, einſchließen, und in einen noch engeren Raum zuſammpreſſen, welches Preſſen und Drücken um ſo größer ſeyn wird, wie mehrere Theile des Körpers zugleich, und wie ſtärker ſie ſich anziehen. Schon aus dieſem iſt leicht zu erklären

1. Warum die fixe Luft in den Körper zuſamm gedruckt eingeſchloſſen ſey, ohne daß ſich die Schnellkraft thätig zeigen könne. Die Urſache iſt ſowohl der Druck der äußern Luft, als die anziehenden Kräften der einſchließenden Theilchen.

 2. War=

2. Warum ſich dieſe Schnellkraft zeige, alsbald oder die äußere Luft hinweg gepumpet, oder der Zuſammenhang des Körpers in der Auflöſung, Gährung ꝛc. gehoben wird. Wie aber der Zuſammenhang in der Auflöſung, in der Gährung getrennet werde, und die Luft ſeine Freyheit erhalte, wird ſpäter (von §. 93. an) erkläret werden.

3. Warum in manchem härtern Körper mehr Luft, als in einem weichern, und mehr in einem dichtern als lockeren vorhanden ſey; denn die Kräften des Zuſammenhanges ſind ſehr verſchieden, und weit größer in den feſten als weichen Körpern.

IV. Ferner muß ich hier anmerken: daß jene Eigenſchaften, welche ſich in der zuvor fixen, nun aber frey gewordenen Luft zeigen, nicht ſo faſt **dem eigentlichen Luft**, als **fremden Theilen**, welche mit der Luft zuſammhangen, z. b. des Salzes, Waſſers etwa **könnten zugeſchrieben werden.** Das Waſſer wird von der Luft und die Luft von dem Waſſer ſehr ſtark angezogen, wie ich glaube in einer beſondern Abhandlung (a) erprobet zu haben. Da denn in der Auflöſung und Gährung das Waſſer mit Salz, das aufgelößte Salz aber mit vielen andern Materien geſchwängeret wird, und alſo mit der Luft züſammhangen, kann es ja freylich ſcheinen, als wenn eine ganz andere Gattung der Luft wäre gezeuget worden.

Das

(a) Theoria Vaporum.

Das ſich 2.) dieſe neugezeugte Luft nicht ſo gleich mit der andern vermiſche, ſcheinet mir nichts anders zu ſagen, als die fremden Theile, mit welchen die neu ausgetrettene Luft erfüllet iſt, werden nicht ſo gleich in die übrige nächſte Luft ausgetheilet, welches ohne Zweifel längere Zeit fordert.

V. Endlich ſcheinet es auch: daß niemand die **große Menge jenes fixen Luftes**, welcher aus einem Körper austritt, **irre machen** ſoll. Denn die austrettende Luft iſt mit vielen Dünſten vermiſchet: es gehen von dem Körper nicht nur Lufttheile, ſondern mit dieſen viele andere hinweg. In welch großen Raum aber ſich die Dünſte ausbreiten, iſt jedem bekannt, und zeiget die Partikularphyſik.

§. 53.

Andere Verſuche, welche wir abermal Herrn von Muſchenbroeck (a) zu verdanken haben. I. Er bereitete ſich faſt aus allen Gattungen der Metalle gleich dicke Drate; ihr Durchmeſſer war durchgängig 0, 1 rheinländ. Zoll, und verſuchte, wie viel Gewicht erfordert würde, ſelbe abzureißen. II. Ich ſetze dieſen Beobachtungen jene bey, die er in Betref der Dichtigkeit (b) eben dieſer Körper angeſtellt.

	Zuſammenhang.	Dichtigkeit.	Wenn es
Der goldene Drat a ℔	500	— 19, 640	das reinſte iſt
ſilberne . . .	370	— 11, 091	
bleyerne . . .	29, 25	— 11, 310	das deutſche
eiſerne . . .	450	— 7, 645	
zinnerne . . .	49, 25	— 7, 320	das reinſte

a) Inſtit. Phyſ. §. 736. Introduct. ad Cohær. C. III. ab Exper. 48.
b) Inſtit. Phyſ. ad finem P. I.

III. Gleiche Erfahrungen machte er mit viereckigten 0, 27 rheinländ. Zoll breiten Stäbchen von verſchiedenem Holze, deren Dichtigkeit ich auch zugleich beyſetze. Und er erfuhr abermal, daß verſchiedene Gewichter erfordert wurden ſelbe abzureißen.

	Zuſammenhang.			Dichtigkeit.
Stäbchen von Tannenholz a	℔ 600.	—	—	0, 550
Eichen . . .	1150.	—	—	0, 929
Ulmen . . .	950.	—	—	0, 600
Buche . . .	1250.	—	—	0, 854
Eſchen . . .	1250.	—	—	0, 845

§. 54.

I. **Die Kräften des Zuſammenhanges ſind lange nicht wie die Dichtigkeit der Körper.** Denn die Kräften des Zuſammenhanges ſind wie die Gewichter, die den Zuſammenhang noch nicht trennen. Nun aber haben dieſe Gewichter ein ganz anders Verhältniß, als die Grade der Dichtigkeit (§. vorherg.) — ſonſt müßte z. B. das Bley ſtärker als das Eiſen, das Eichenholz ſtärker als Buche und Eſchenholz zuſammen hangen; davon doch die Erfahrung das Gegentheil beweißt.

II. **Aus dem, daß in einem dichtern Körper mehrere Elemente ſind, kann der ſtärkere Zuſammenhang nicht erprobet werden.** Denn wenn ein dichterer Körper gleich mehr **anziehende Kräften** hat; werden doch auch die **zurücktreibenden** mit vervielfältiget. Nun aber kön=

können dieſe den Zuſammenhang unſtreitig vermindern (§. 48. IV.). Der Zuſammenhang alſo hängt nicht ſo faſt von den anziehenden Kräften, als von dem Uebermaß der anziehenden gegen den zurücktreibenden Kräften ab: Dieß Uebermaß aber wird nicht von der Dichtigkeit, ſondern theils von **Ungleichheit** der Kräften in verſchiedenen Elementen, theils von der verſchiedenen Lage beſtimmet.

* Indeſſen will man den Satz, **der Zuſammenhang ſteht mit der Dichtigkeit im Verhältniſſe,** immer noch allgemein gelten wiſſen. Und wenn man fragt, warum denn ein lockerer Körper z. B. das Eiſen mehr zuſammenhange als das dichte Bley? hollt man **den größern Zuſammenhang in lockern Körpern von der Menge der Berührungspuncten her.** Allein

III. **Man kann mit keiner Sicherheit angeben, ob die größern Kräften des Zuſammenhanges in lockern Körpern,** z. B. im Eiſen, **von den größern Kräften der kleinſten Körpertheilchen, oder aber von mehrern Berührungspunkten herrühre.** Denn auch im Falle, daß die Berührungspunkten gleich viel wären, kann doch der Zuſammenhang noch ſtärker ſeyn, wenn die Kräften der Körpertheilchen größer ſind. Nun aber können die Kräften in einem lockern Theilchen thätiger ſeyn als in einem dichten (§ 35. II.)

§. 55.

Wenn wir alſo den Zuſammenhang eines Körpers Z,

die Berührungspunkten N, und die Kräften V benamſen, und mit den ähnlichen Eigenſchaften eines andern Körpers z, n, v vergleichen; verhält ſich $Z : z = VN : vn$. mithin iſt

I. $Z = VN$, $z = vn$

II. Wenn $Z = z$, iſt auch $VN = vn$; mithin
$$V : v = n : N.$$

III. Wenn alſo der Zuſammenhang gleich iſt, läßt ſich weder auf die Gleichheit der Kräften, weder auf die Gleichheit des Berührens, noch auf die Gleichheit der Dichtigkeit ſchließen.

IV. Wenn $V = v$, wird $Z : z = N : n$ ſeyn.

V. Sind aber $N = n$, iſt $Z : z = V : v$.

* Dieſe allgemeine Geſetze vom Zuſammenhange laſſen ſich durch die Anwendung noch deutlicher machen.

§. 56.

I. **Der Zuſammenhang des Diamantes iſt ſehr ſtark:** er läßt ſich nicht feilen, man iſt nicht im Stande in ihm einige Ritzen zu machen, ausgenommen mit Diamantpulver. Iſt die **Dichtigkeit** ſchuld daran? allein es giebt Steine, z. B. der Magnet, Hämatit, Feuerſtein ꝛc. die dem Diamante an Dichtigkeit gleich kommen, und dennoch am Zuſammenhange ſchwächer ſind? liegt die Urſache in **Berührungspunkten**? aber wer kann es glauben, daß die Bleytheilchen, die um ſo vieles Dichter ſind, als des Diamants ſeine, ſich gerade um ſo weniger berühren, als der Grad des verſchiedenen Zuſammenhanges ausmacht? mithin finden

finden wir den Grund des verſchiedenen Zuſammenhanges un-
gezweifelt in den größern Kräften der diamantnen Theil-
chen, als der bleyern.

II. Der Zuſammenhang der Theilchen wird oft
durch Abſönderung fremder Theilchen geſchwächt.
Z. B. ein trockneſ Holz läßt ſich leichter ſpalten, als ein grü-
nes; weil im erſten Falle die Berührungspunkte vermindert
werden. 2.) Allein in andern Körpern wird der Zu-
ſammenhang durch den Zutritt fremder Theilchen ge-
ſchwächet. Z. B. ein naſſer Strick bricht leichter; das
naſſe Papier hängt ſchwächer zuſammen, weil die Kräften,
welche die Körpertheilchen zuſammen halten, auf das Anziehen
der Waſſertheilchen verwendet werden.

III. Das Gold mit Silber vermiſcht hat einen ſtärkern
Zuſammenhang, als das reine Gold. Und dieß kann nur
die Vermehrung der Berührungspunkten erkläret
werden. 2.) Allein die Berührungspunkte machen nur den
Möglichkeitsgrund des Zuſammenhanges aus. Mithin
bleibt es doch wahr, daß die Kräften der Goldtheil-
chen größer ſeyn können, als jene der Bleytheilchen.

Von dem Zuſammenhange der flü-
ßigen Körper.

§. 57.

Wenn den Zuſammenhang der kleinſten Körpertheilchen
ein höchſtens Erbſengroßer Theil trennen kann; ſo machen

 dieſe

dieſe Theilchen, nach der Beſtimmung des H. Hambergers, einen flüßigen Körper aus.

I. Die Flüßigkeit iſt alſo von der Lockerheit unterſchieden (§. 44.).

II. Der Grund des ſo ſchwachen Zuſammenhanges iſt auch der Grund der Flüßigkeit eines ſolchen Körpers. Wir müſſen alſo die Urſache des ſo geringen Zuſammenhanges ausfindig machen, um die Flüßigkeit zu erklären.

III. Den Grad der Flüßigkeit zu beurtheilen, darf man nur beſtimmen, wie weit ein Körper von dem beſtimmten Grad des Zuſammenhanges eines flüßigen Körpers überhaupt abweiche.

IV. Die Sandkörner machen keinen flüßigen Körper aus. Denn ſie ſind ohne Zuſammenhange unter ſich, und jedens kleinſte Theilchen hängen zu feſt aneinander.

§. 58.

Verſuche 1.) alle flüßige Körper (die Luft und das Feuer ausgenommen) wenn ſie auf einen gewiſſen Grad erkalten, werden feſt, z. B. Gold, Silber, Bley, Zinn ꝛc. und ſelbſt der Merkurius, der durch die Verſuche des H. Brauns (a) ſeiner Flüßigkeit beraubet, und bis zum Hammerſtreich feſt geworden. 2.) Das Waſſer ſelbſt, wel-

(a) Acta Petropol.

welches einige als den Grund der Flüßigkeit angeben, wird in einem gewiſſen Grad der Kälte ein feſter Körper. 3.) Koſtbare Steine ſind durch die Hitze und andere Beyſätze flüßig gemacht worden. 4.) Hieher gehört Wachs, Butter, Schmalz, Pech, Zucker ꝛc.

§. 59.

Die Flüßigkeit der Körper kömmt weder von der Figur, weder von den Kräften der kleinſten Theilchen, weder von beeden zugleich her (wenn ich Luft und Feuer allein unterdeſſen ausnehme). Denn die Figur und die Kräften ſind der Grund vom ſtärkern Zuſammenhange. Z. B. wenn die Hitze ſich vermindert, hangen die flüßigen Körper bis zur Feſtigkeit zuſammen (§. vorgeh.), weil die Figur das Berühren, und die Kräften das Anziehen wirklich machen. Mithin kann Figur und Kraft nicht zugleich der Grund von einem ſo ſchwachen Zuſammenhange ſeyn, der das Weſen der Flüßigkeit ausmacht. Sonſt müßten Feſtigkeit und Flüßigkeit einerley Dinge ſeyn.

I. Die Urſache der Flüßigkeit liegt nicht in den Elementen, die den Körper ſelbſt formiren. Denn in den Elementen entdeckt die Vernunft nichts als Kräften.

II. Die Wärme iſt gemeiniglich eine Urſache der Flüßigkeit. Denn die Feſtigkeit der vorher flüßigen Körper erhält man durch Kälte (§. vorherg.) nun aber die Kälte iſt nur der Wärme entgegen geſetzt.

III. Weil nun in einem warmen Körper allemal die kleinſten Theile mit ſich und mit den Feuertheilchen in einer Bewegung ſind, wie wir an ſeinem Orte zeigen werden; ſo iſt **die erwärmende Bewegung ein Grund der Flüßigkeit.**

IV. **Durch dieſe Bewegung allein kann die Flüßigkeit nicht erkläret werden.** Denn die Bewegung fodert ſchon einen geminderten Zuſammenhang; mithin kann ſie unmöglich den Grund des ſchwachen Zuſammenhanges in ſich enthalten. 2.) Ferners ſchließt der Begrif der Bewegung noch nicht jenen kleinen Zuſammenhang in ſich; der den flüßigen Körpern eigen iſt.

§. 60.

Beobachtungen und Verſuche. Wenn in einer gläſernen Kugel das Waſſer über ein Kohlfeuer gekocht wird, ſieht man ganze Feuerſtrömme in dem Waſſer nach allen Richtungen aufſteigen, wenn anders das Zimmer vor dem Lichte der Sonne verwahret iſt. 2.) Die erhitzten Metalle glühen, ehe ſie flüßen, doch bey ungleichem Grade der Wärme.

I. **Die Feuertheilchen tretten von der Glut in das Waſſer über, und zwar in großer Menge.** Oder was iſt der hellleuchtende Stromm, der in einem finſtern Zimmer durch das Waſſer aufſteigt?

II. **Auch in die erhitzten Metalle tretten Feuertheilchen aus der Flamm, welche das Glühen, und Leuchten bewirken.**

§. 61.

Die Urſache der Flüßigkeit in jenen Körpern, die bey einem gewiſſen Grad der Wärme flüßig werden, liegt in den Feuertheilchen. Die Flüßigkeit entſpringt vom geringen Zuſammenhange (§. 57.) Der Zuſammenhang iſt wie das Product aus den Kräften und Berührungspunkten = V N (§. 55.). Die Kräften vermindern den Zuſammenhang nicht (§. 59. I.). Mithin kann der Zuſammenhang nur durch die verminderte Zahl der Berührungspunkten geſchwächet werden. Die Zahl der Berührungspunkten vermindert ſich durch das Eintretten der Feuertheilchen, welche ſich in die Zwiſchenräume der kleinſten Körpertheilchen dringen (§. vorherg.), die Entfernung größer, die Berührung minder, und den Zuſammenhang ſchwächer machen.

I. Weil die Flüßigkeit der Metallen das Eintretten der Feuertheilchen zum Grunde hat, muß die Feſtigkeit der Metallen, welche bey der Erkaltung zurückkehrt, von dem Austretten der Feuertheilchen hergeholet werden.

II. Jene Metalle werden bey Austrettung der Feuertheilchen früher feſte, die größere Kräften und mehrere Berührungspunkten haben. Denn daher kömmt das ſtärkere Anziehen und geſchwindere Zuſammentretten der kleinſten Körpertheilchen.

§. 62.

Die Feuertheilchen und die Luft ſind für ſich ſelbſt flüßige Körper. Denn die Luft hat ihre Flüßigkeit den Feuertheilchen nicht zu verdanken; weil ſie auch bey der größten Kälte flüßig bleibt. 2.) Daß aber noch Luft noch Feuertheilchen von einer andern Materie ihre Flüßigkeit her haben, iſt wieder gewiß. Denn dieſe Materie müßte wieder flüßig ſeyn, und ſo müßten die Hilfsmaterien bis ins Unendliche angenommen werden.

I. Mithin hat die Flüßigkeit der Luft, und Feuertheilchen oder in **den ganz kleinen Kräften, oder in wenigen Berührungspunkten, oder in beeden zugleich ihren hinreichenden Grund.**

II. Beſtimmter läßt ſich die Urſache weder aus der Erfahrung, noch aus der Vernunft angeben.

III. Der gar geringe Zuſammenhang der flüßigen Theile **fodert wahrſcheinlicher Weiſe beede Gründe zugleich.**

IV. Und weil die ſphäriſchen Körper ſich nur in einem Punkte berühren, **müßen die Luft, und Feuertheilchen vermuthlich ſphäriſch ſeyn.**

§. 63.

Die Auflöſungswege geben einem Körper eigentlich keine Flüßigkeit. Denn wenn das Königswaſſer die Goldtheile, das Waſſer allein die Salztheile u. ſ. w. getrennet hat; entſteht im Gold, Salz u. ſ. w. keine Flüßigkeit;

nur

nur die getrennten Theile werden mit den Theilen des Auflöſungsmittels vermengt, und verſchlungen. 2.) Eben dieß gilt von dem Falle, in dem die kleinen Theile nur darum nicht zuſammenhangen, weil ſie mit andern in beſtändiger Bewegung erhalten werden; z. B. die eigentlichen Bluttheilchen.

I. Gleichwie die Flüßigkeit des Waſſers und dergleichen Auflöſungsmitteln von den Feuertheilchen herkömmt (§. 61.): alſo hängt auch von dieſen wenigſt zum Theil die uneigentliche Flüßigkeit der aufgelößten Körper ab.

II. Wird das Auflöſungsmittel von den aufgelößten Theilen abgeſöndert; dann iſt es auch mit ihrer uneigentlichen Flüßigkeit geſchehn.

III. Dieſe von ihrem Auflöſungsmittel losgewordene Theilchen werden nach Art ihrer Kräften und Berührungspunkten oder wieder zuſammenhangen, und einen feſten Körper bilden, oder eine Menge kleiner unflüßiger Körperchen formiren.

IV. Wenn durch die Bewegung allein die Vermiſchung der Körpertheilchen mit dem Auflöſungsmittel erhalten wird, vergeht auch dieſe uneigentliche Flüßigkeit, ſo bald die Bewegung gehemmet iſt.

* Auf dieſe Weiſe erklärt unſer berühmte Herr Prof. Leveling (a) die Flüßigkeit der Bluttheilchen, in ſo weit ſie

(a) In celeberr. Diſſert. de Cruſta inflammatoria.

ſie von den übrigen flüßigen Körpern, in denen ſie ſich befinden, unterſchieden ſind. Dieſe Theilchen mußten gemäß ihren Kräften und Berührungspunkten zuſammenhangen, wenn ſie nicht mit andern flüßigen Theilchen umrungen wären; ja ſie hangen wirklich zuſammen, ſobald ſie davon abgeſöndert werden, und bilden den ſogenannten Blutklumpf (grumum). Herr Auctor glaubt ferners, die Runde der ſo benamßten Blutkügelchen nicht die eigene Figur der Bluttheilchen zu ſeyn, ſondern betrachtet ein jedes Kügelchen als einen aus kleinſten Bluttheilchen zuſammengeſetzten Körper, der nach jeder Richtung mit flüßigen Körpern umgeben iſt.

Von dem Zuſammenhange der flůßigen mit feſten Körpern.

§. 64.

Verſuche. I. Ein Stück Glas, Stein, reines Metall, Holz, Leder, Papier, der Finger ꝛc. wenn ſie ins Waſſer geſtoßen werden, ſind naß. II. Wenn dieſe Körper mit Unſchlitt oder andern Fette überſchmieret worden, oder auf das Waſſer Hexenmehl (Semen Licopodii) geſtreuet wird, gehen ſie trocken aus dem Waſſer herfür. III. Wird Glas, Stein, Leder, Papier ꝛc. aus dem Merkurius nach langer Zeit herausgezogen, merkt man an ſelben gar nichts vom Merkurius. IV. Hingegen Gold, Zinn, und andere Metalle halten den Merkurius an ſich, wenigſt an den Theilen, die

darinn verſenkt waren. V. Wenn ſie nicht vorher mit fetten Theilchen beſchmieret worden.

§. 65.

Alle jene Körper, die aus andern flüſſigen herausgezogen, flüſſige Theilchen mit ſich nehmen, ziehen die Theilchen des flüſſigen Körpers ſtärker an ſich, als dieſe ſich ſelbſt untereinander ziehen. Die flüſſigen Theilchen können unmöglich an dem feſten Körper hangen bleiben, wenn nicht ihre Schwere und der Zuſammenhang mit andern flüſſigen Theilchen überwunden wird. Nun aber dieß kann nur durch jene Kraft geſchehn, welche die flüſſigen Theile an dem feſten Körper hangen macht. Mithin muß dieſe anziehende Kraft jene der flüſſigen Theilchen unter ſich übertreffen.

I. Alle jene Körper, an denen nichts hangen bleibt, können durch ihre anziehende Kräften die Schwere und den Zuſammenhang der flüſſigen Theile nicht überwinden.

II. Mithin müſſen die anziehenden Kräften der flüſſigen Theile unter ſich oder gleich groß, oder gröſſer ſeyn, als die anziehenden Kräften des feſten Körpers, um das Ankleben zu verhindern. Denn wenn ſie auch gleich groß ſind, wird dennoch die Schwere der flüſſigen Theilchen das Ankleben unmöglich machen.

III. Aus dieſem Grunde fließt die Erklärung der (§. vorherg.) angeführten Verſuche ganz natürlich. So z. B. ſind in dem Hexenmehle, in der Fette ꝛc. die Kräf-

ten klein, und verhindern noch dazu, daß die Körper größerer Kräften nicht unmittelbar von den flüſſigen berühret werden.

IV. Eben aus dieſer Urſache laſſen ſich verſchiedene Beobachtungen erklären.

1.) Die Waſſertheilchen bleiben an einem gläſernen und metallenen Geſchirr, an Fenſterſcheiben, Spiegeln ꝛc. in Geſtalt eines Dunſtes hangen. Warum? Weil dieſe Körper das Waſſer ſehr ſtark anziehen.

2.) Vergrößern ſich die Waſſertheilchen, bis ihre Schwere den Zuſammenhang auflößt: ſo rollen ſie gleich herunter, und laſſen den Weg hinter ſich naß zurück. Denn die Schwere kann nur den Zuſammenhang der Waſſertheilchen unter ſich, nicht aber das Ankleben an das Glas und Metall verhindern.

3.) Kommen dieſe herabrollenden Waſſertheilchen an den untern Rand eines ſolchen Körpers, bleiben ſie wieder hangen, bis ſich durch nachkommende Theilchen die Größe eines ſolchen Waſſertheiles über die Möglichkeit des Zuſammenhanges vermehrt. Denn 1.) hört am Ende des Körpers jene Kraft zu wirken auf, welche das herabeilende Waſſertheilchen nebſt eigener Schwere abwärts zog. 2.) Vermehren ſich am Rande die Berührungspunkten, und verſtärken das Zurückhalten der Waſſertheilchen.

4.) Wenn ein Waſſertheilchen ſich von der größern Maſſe losreißt, trennet ſich niemal die ganze Maſſe vom feſten Körper, ſondern ein Theilchen fällt herab, das andere aber wird von dem feſten Körper wieder zurückgezogen.

5.) Wenn ein Waſſertropfen auf ein Metall, Holz, oder andern Körper fällt, der die Waſſertheilchen mehr anzieht, als ſich dieſe anziehn, erhält er eine flache Ründe ſtatt der ſphäriſchen Figur, wenn er nicht ganz zerfließt. Daß dieſe Erſcheinung nicht von der Schwere herkömmt, iſt aus einer andern Beobachtung richtig gewiß. Denn der Waſſertropfen behält dieſe flache Figur, wenn er auch an einer Fläche unten an, oder ſeitwärts hangen bleibt. Hingegen wenn auf Metall Fette geſchmiert, oder Hexenmehl geſtreuet wird, behält er ſeine ſphäriſche Figur, weil bey gleicher Schwere das Anziehn des Metalls abnimmt.

6.) Das warme Waſſer zerfließt ungemein leichter und dringt geſchwinder in die Körper ein, weil der Zuſammenhang durch die Wärme abnimmt, ob gleich die Kräften der Körper nicht zunehmen.

7.) Alles was hier vom Waſſer geſagt worden, läßt ſich ohne Mühe auf den Merkurius und andere flüſſige Körper anwenden.

§. 66.

Fernere Verſuche. I. Die merkurialiſchen Theilchen vertiefen ſich um das Glas, und erheben ſich um Gold, Zinn ꝛc. herum, wenn man dieſe Körper in Merkurius ſtoßt. II. Eben dieß beobachten wir von dem Waſſer, wenn wir Hexenmehl darauf ſtreuen, oder fette Körper zum Verſuche gebrauchen.

§. 67.

Alle jene feſte Körper, um welche ſich bey Berührung ihrer Fläche ſo eine Vertiefung zeiget, ziehen die flüſſigen Theilchen minder an, als ſich dieſe anziehen. Denn dorthin wird der flüſſige Körper bewegt, wohin er ſtärker gezogen wird. Weil er nun nicht nach dem eingeſenkten Körper, ſondern von dieſem gegen die flüſſigen Nebentheile ſich hinbewegt, muß das Anziehen dieſer das Anziehen jenes Körpers übertreffen. Mithin kann das Anziehen des eingeſenkten Körpers weder größer noch gleich groß ſeyn in Vergleich mit dem Anziehen der flüſſigen Theilchen; denn im erſten Falle würde die Vertiefung, im zweeten alle Veränderung unmöglich ſeyn.

I. Das bloſſe Einſenken alſo feſter Körper entdeckt unfehlbar das Verhältniß zwiſchen den anziehenden Kräften des feſten und flüſſigen Körpers.

II. Zeigt ſich weder Erhöhung, weder Vertiefung, noch Anhangen an die Theile des feſten Körpers: iſt das Anziehen ſowohl unter den flüſſigen Theilchen als auf den feſten Körper gleich.

* Aus dieſem Theoreme, und jenem (§. 65.) läßt ſich die Theorie der Haarröhrchen ganz leicht beſtimmen, wie es die Phyſik an einem andern Orte zeigt, und ich in einer beſondern Abhandlung (a) ausführlich bewieſen habe. Die Allgemeinheit alſo dieſer Sätze läßt uns von ihrer Richtigkeit nicht zweifeln. Z. B. Warum der

(a) de Vaſis capillaribus Diſſert. Phyſ.

der trockne Mertel ſo feſt zuſammenhange: warum die Tücher, die Wolle vor der Färbung durch die Walkererde von den fetten Theilchen müſſe befreyet werden: warum man ſich im Verzinnen des Kalifoniums, oder im Vergolden anderer Körper des Poliments bediene: wie die gemeinen Leute ihre noch friſche Wunde durch das Zuſammendrucken, durch Leime, Kütte ꝛc. heilen; **alle dieſe und dergleichen Dinge haben ihre Gründe in den Geſetzen des Zuſammenhanges.** 2.) Auch die Natur bildet nach dieſen Geſetzen die Haut, die Blutgefäße, andere Röhrchen, Nerven, Muskeln, Drüſen, Knochen, Knorpeln, ja den ganzen thieriſchen Körper. 3.) Eben ſo formiren ſich die Pflanzen. 4.) Daß in Metallen dieſe Geſetze allgemein beobachtet werden, iſt für ſich ſelbſt klar, weil wir die meiſten Beweiſe daher entlehnet haben. 5.) In dem Zuſammenhange gründen ſich alle übrigen Eigenſchaften der Körper, wie ich ſogleich zeigen werde; wenn ich nur noch die Entwicklung einer für die Phyſik wichtigen Wahrheit vorausgeſetzt habe.

wie eine äußere Gewalt auf den Zuſammenhang wirke.

§. 68.

Durch die Wirkung der äußern Gewalt auf den Zuſammenhang verſtehe ich jede Gewalt, welche den Kräften des Zuſammenhanges entgegen geſetzt iſt, ſie mag hernach die Schwere eines Gewichtes, oder eine andere Kraft zum Grunde haben: z. B. es wird an einen Strick, an ein Stäb-

chen ein Gewicht angehängt, oder dieſer Strick wird mittels einer Schraube u. d. g. geſpannet. 2.) Iſt dieſe Gewalt den Kräften des Zuſammenhanges in gerader oder nicht gerader Linie entgegengeſetzt, heiß ich ſie im erſten Falle eine **parallele**, im zweeten eine **ſchiefe Gewalt**.

§. 69.

Wenn auf den Zuſammenhang eines durchaus gleichartigen Körpers eine parallele Gewalt wirket, iſt die Wirkung dieſer Gewalt auf den Zuſammenhang aller Theile vollkommen gleich: denn der **erſte** Theil des gleichartigen Körpers, auf welchen die äußere Gewalt **unmittelbar** wirket, wird von der ganzen Gewalt gezogen. Nun aber der erſte Theil wirkt auf den zweeten blos darum, weil er von der parallelen Gewalt angezogen wird: mithin kann er weder ſtärker noch ſchwächer, wenn wir unterdeſſen die eigne Schwere außer Acht ſetzen, darauf wirken, als das Ziehen der äußern Gewalt austrägt. Wie der erſte Theil den zweeten, ſo zieht dieſer den dritten u. ſ. w. (a).

I. Wenn alſo der Zuſammenhang des erſten Theils getrennet oder nicht getrennet wird; muß auch der Zuſammenhang der übrigen Theile entweder mit getrennet werden, oder in ſeiner Verbindung bleiben.

II. Wenn wir zugleich auf die Schwere der Theile ſehen, muß der Zuſammenhang jener zween Theile zuerſt

---

(a) Sieh die Abhandlung des H. von Muſchenbroeck de Cohærentia corporum C. II.

zuerſt gehoben werden, auf welche die Schwere aller übrigen Theile wirkt, im Falle daß die ganze Gewalt die Kräften des Zuſammenhanges überwiegt.

III. Sind die Kräften des Zuſammenhanges ungleich, geht dort die Trennung vor, wo die Kräften am ſchwächſten ſind.

§. 70.

Sind aber zween obſchon gleichartige Körper von verſchiedenen Durchmeſſern, z. B. cylinderförmige metallene Saiten, ſteht die Gewalt auf den Zuſammenhang mit dem Quadrate der Durchmeſſer im verkehrten Verhältniſſe. Denn die Gewalt auf den Zuſammenhang wird in die Theile, welche zuſammenhangen, gleich ausgetheilt, weil ein jeder Theil des Körpers nur einen Theil der Gewalt trägt. Die Gewalt muß alſo mit der Anzahl der Theile in verkehrter Ordnung ſeyn, weil eine größere Vertheilung allemal kleinere Theile macht. Nun aber die Summe der Theile iſt wie die Zirkelflächen des Cylinders; die Zirkelflächen aber ſind wie die Quadrate des Durchſchnittes: mithin ꝛc.

I. Da ſich alle ähnlichen Flächen wie die Quadraten der ähnlichen Seiten verhalten, gilt dieſer Satz von allen ähnlichen Körpern.

II. Weil die Spannung eines Körpers die Wirkung der äußern Gewalt iſt, hält ſie die nämliche Ordnung, wie die äußere Gewalt überhaupt.

§. 71.

Wird aber die Gewalt auf den Zuſammenhang ſchief, und mit der Länge des Körpers ſenkrecht angebracht, entſteht eine Wirkung von dreyfacher Richtung. Denn 1.) werden alle Theile nach der Richtung der wirkenden Gewalt gezogen. 2.) Weil nun dieß Ziehen mit einer Krümmung des Körpers verbunden iſt; die Theile aber nimmer gekrümmet, nimmer gebogen werden, ohne daß die Partickeln der konvexen Seite mehr auseinander, und jene der konkaven näher zuſammen gehn: ſo muß auf der obern Seite die Wirkung nach einer andern Richtung, 3.) und auf der untern wieder nach einer andern Richtung vorgehn.

* Dieſer Beweiß nimmt die Krümmung als eine nothwendige Folge der ſchiefen Gewalt an. Indeſſen ſteht uns die Erfahrung gut dafür, und die Gewißheit, daß es keinen vollkommnen harten Körper gebe, wird uns davon überzeugende Beweiſe liefern.

** In den folgenden §§ werde ich ſtatt des Wortes Gewalt, allemal den Begrif eines angehängten Gewichtes Deutlichkeit halber annehmen.

§. 72.

Die Wirkung eines ſchief angebrachten Gewichtes (ohne auf die Schwere Rechnung zu machen) wächſt nach der 2ten und 3ten Richtung (§. vorherg.) wie die Entfernung der Theilchen vom Gewichte. Setzen wir 5 kleine Körpertheile Fig. VIII. a, b, c, d, ein einer Reihe; an das a werde das Gewicht P angebracht. a wird alſo weichen,

chen, Fig. IX. und auf b nach der Richtung = a b wirken. Die Richtung = a b löſst ſich in a n und n b auf. Mithin wird b durch die Gewalt = b n nach der Lage der Theilchen gezogen. Wird aber b gezogen, müſſen alle übrigen Theile c, d, e ꝛc. nach der nämlichen Richtung und mit der nämlichen Gewalt gezogen werden (§. 69.) Weil aber b nicht nur nach der Richtung = b n, ſondern auch nach n a gezogen wird: kömmt es auch Fig. X. aus der vorigen Lage, und wirkt auf c mit der Kraft = b c, und nach der Richtung der Länge mit der Kraft = c m. Das Theilchen c alſo wird nicht nur mittelbar durch die Kraft = b n, ſondern auch unmittelbar durch die neue Kraft = c m gezogen. In eben dieſem Verhältniſſe wirkt die ſchiefe Kraft auf d, e ꝛc. mithin wächſt die Gewalt in einem gleichartigen Körper nach der Richtung der Länge, wie die Entfernung der Theile vom Gewichte. II. **Eben dieß gilt von der 3ten Richtung;** denn b wird nicht nur von a, ſondern auch a von b angezogen. Mithin müſſen die Theile unten im nämlichen Verhältniſſe zurücktretten, wie ſie oben auseinander getretten ſind.

I. **Ein Stäbchen wird in ſeinem über den Ruhepunkt hervorragenden Theile durch ein angehängtes Gewicht** (ohne Abſicht auf die Schwere der einzelnen Theilchen) **immer mehr gekrümmt, je mehr das Gewicht vom Ruhepunkte entfernet iſt.**

II. **Die Wirkung des Gewichtes iſt allemal wie das Produkt aus dem Gewichte und der Entfernung vom Ruhepunkte, W = G. E.** Denn wenn das Gewicht

wicht ſtärker zieht, muß jeder Theil ſeinen nächſten Theil gleichfalls ſtärker ziehen. *

III. Da jeder Theil des Körpers ſchwer iſt; verſteht ſich auch von dieſem alles, was von dem Gewichte iſt geſagt worden.

IV. Bricht das Stäbchen, muß es an dem Ruhepunkte geſchehen.

V. Das Stäbchen bricht deſto leichter, je entfernter die Gewalt vom Ruhepunkte iſt.

* Aus dieſen Sätzen wird ſich die Urſache des Gleichgewichtes jener Körper angeben laſſen, welche an einem Joche mittels des Ruhepunktes ſo angehängt ſind, daß ihre Schwere ſich mit der Entfernung in verkehrter Ordnung verhalte. Indeſſen kann die Geſchwindigkeit, welche die wirkliche Bewegung begleiten würde, unmöglich den zureichenden Grund des Gleichgewichtes ausmachen. Denn etwas, das ſein Daſeyn noch nicht hat, kann niemals die größere und wirkliche Spannung des Hebels herfürbringen. Vergleiche man mit dieſen Gedanken die Anfangsgründe der Naturlehre vom H. Erxleben (a), und Succow (b).

§. 73.

Die eigne Schwere eines ſolchen Stäbchen oder andern gleichförmigen Körpers wirkt auf den Zuſammenhang beym Ruhepunkte, wie das Produkt aus dieſer

(a) 4 Abſchn. von §. 109 — 126. (b) 1 Th. 2 Abſchn. §. 184.

dieſer Schwere und der halben Länge des über den Ruhepunkt hervorragenden Stäbchen. Denn die Wirkung eines jeden Theiles auf den Zuſammenhang beym Ruhepunkt iſt wie das Produkt aus ſeiner Schwere und Entfernung vom Ruhepunkte (§. 72. II. III.). Nun aber alle dieſe Produkte ſind wie das Produkt aus der Summe aller ſchweren Theile, und der halben Länge dieſes Körpers. Dieſen Mittelſatz zu beweiſen, will ich die Kraft des letzten Theiles a Fig. XI. auf den Zuſammenhang in c durch die Linie a b = a c ausdrücken. Wenn ich alſo fort von jedem Theile a, d, e, f, g, h eine Linie d x = d c hinaufziehe, wird der ganze Triangel die Kraft aller Theile auf den Zuſammenhang ausdrücken. Nun aber dieſer Triangel wird gefunden, wenn ich die Länge a c mit der halben Höhe a b = a c multiplicire: mithin finde ich auch die ganze Kraft, wenn ich das Produkt aus der Schwere aller Theile und der halben Länge $= \frac{ab}{2} = \frac{ac}{2}$ gefunden habe.

* Die Richtigkeit dieſer Sätze paßt nur auf Körper von gleicher Figur, das iſt, auf jene, welche alle 4 Seiten, oder wenigſt allemal zwo und zwo unter ſich gleich haben. Die Urſache wird ſich gleich zeigen.

§. 74.

Verſuche. Ich ließ mir zwey Stäbchen vom gleichartigen Fichtenholze in folgender Proportion abhobeln, daß eine Seite nur ''3, die andere aber ''6 erhielt. Eines machte ich mittels der Schraube mit der Seite = ''6, das andere mit

der

der Seite = ″3 auf dem Tiſche aufliegen. Alsdenn habe ich beyde mit Gewichtern ſo lange gebogen, bis der Zuſammenhang bey dem Ruhepunkte getrennet ward. Jenes Stäbchen welches ich an der breiten Seite angeſchraubet, ließ ſich durch $\frac{1}{2}$ ℔ ziemlich einbiegen; das andere aber, ſo auf der ſchmälern Seite auflag, konnte durch 2 ℔ nicht ſo merklich in den Krümmungszuſtand verſetzet werden. 2.) Um den Zuſammenhang des erſtern zu trennen, war eben kein großes Gewicht nöthig; aber jenen des zweyten zu überwinden, konnte ein doppeltes Gewicht noch nicht zureichend ſeyn. 3.) Ein Brett, wenn es auf der breiten Seite an zween Unterſätzen in ihren äußerſten Theilen aufliegt, wird ſchon durch die eigene Schwere ſo ziemlich gebogen. 4.) Macht aber die Seite, die zuvor auf gelegen, die Höhe aus: ſo wird die Krümmung ungleich kleiner, oder gar unmerkbar. 5.) Daher es die Baukunſt als einen ausgemachten Grundſatz annimmt: **der Baum trägt mehr auf der ſchmalen als breiten Seite.**

I. Das nämliche Gewicht in der nämlichen Entfernung wirkt in dem nämlichen Körper ganz verſchieden auf die Kräften des Zuſammenhanges nach Verſchiedenheit der Körperhöhe. 2.) Eben dieß gilt von der Schwere des über den Ruhepunkt hinausragenden Körpers.

II. Wenn wir alſo die Wirkung auf den Zuſammenhang genau beſtimmen wollen, müſſen wir die hinlängliche Urſache dieſes Unterſchiedes angeben.

§. 75.

§. 75.

Wenn wir zween gleichartige Körper von gleicher Höhe aber ungleicher Breite auf der breiten ungleichen Seite aufliegen, und über den Ruhepunkt gleichweit hinaus gehen laſſen; wird die Gewalt des angehängten Gewichtes, oder auch der eignen Theile auf den Zuſammenhang der oberſten Theile im umgekehrten Verhältniſſe der Breite wirken. Denn wenn die Gewalt auf mehrere Theile wirket, muß die Wirkung auf einen einzelnen Theil deſto ſchwächer, oder was eines, mit der Anzahl der Theile im verkehrten Verhältniſſe ſeyn (§. 70.).

* Um die verſchiedene Wirkung im Falle der verſchiedenen Höhe leichter zu beſtimmen, werde ich ein und andern in der Geometrie bewieſenen Satz ohne eignem Beweiſe annehmen.

§. 76.

Wenn Fig. XII. ein Parallelogram A B C D in n auf dem Unterſatze ruhet; ſo wird die Gewalt von A m n D auf den Zuſammenhang mit dem andern Theile des Parallelograms m B C n in m ſich ſo verhalten, wie das Produkt aus der Schwere des Parallelograms A m n D, der halben Länge e n, und verkehrt aus dem ⅓ Quadrat der Höhe, das iſt, $x = \frac{M.\,e\,n}{\frac{1}{3}(m\,n)^2}$, wenn M die Schwere, x aber die Gewalt auf den Zuſammenhang ausdrückt. Dieſes Parallelogram wirkt auf den Zuſammenhang

menhang bey dem Ruhepunkt; (wenn wir die Höhe auſſer Acht laſſen), wie ſeine ganze Schwere, mit der halben Länge multiplicirt (§. 73.): mithin ſetze ich ſtatt des Parallelograms ein Gewicht = M in der halben Länge im Punkte e, und was von dem Gewichte geſagt wird, ſoll auch von dem Parallelogramme gelten. Ferners häng ich in o ein Gewicht an, welches mittels einer Rolle mit dem Gewichte in e = M das Gleichgewicht hält, ſo, daß m o = $\frac{1}{3}$ n m werde. Dieß Gewicht läßt ſich durch folgende Proportion ausfindig machen, nämlich n o : n e = M : y. Mithin iſt das Gewicht y = $\frac{M.ne}{no}$ (§. 72. Anmerk.). 2.) Dieſes Gewicht in o angebracht, ſetze ich einem rechtwinklichten Dreyecke gleich, deſſen Grundlinie = m n = m f = x, und deſſen ganze Schwere von der Seite e f auf die Seite m n drückt. Der Schwerepunkt dieſes Dreyeckes iſt in der Mitte einer Ordinate o r welche auf der Linie n m ſo errichtet iſt, daß n m : o m = 3 : 1, das iſt, o m den dritten Theil der Linie m n ausmache. 3.) Da denn in dieſem Triangel die Kräften, wie die Ordinaten, nach der natürlichen Zahlenreihe 1. 2. 3. ꝛc. wachſen, iſt die Gewalt des ganzen Triangels zu m n, wie die Gewalt in o zu m f = x.

Das

Das iſt $\frac{(mn)^2:}{2}\ mn = \frac{M.ne:}{no}\ x\ (n.\ 1.):$

Mithin iſt $\frac{(mn)^2.}{2}.x = \frac{mn.\ ne.\ M}{no}$

Und $x = \frac{mn.\ ne.\ M}{\frac{1}{2}(mn)^2.\ no}$

4. ferner iſt $no : nm = 2 : 3$

und $no = \frac{2}{3}nm$

alſo auch $x = \frac{mn.\ ne.\ M}{\frac{1}{2}(mn)^2.\ \frac{2}{3}nm}$

$= \frac{mn.\ ne.\ M}{\frac{2}{6}(mn)^3}$

$= \frac{ne.\ M}{\frac{1}{3}(mn)^2}$

= dem Produkte aus der Schwere = M

aus der halben Länge = e n

und verkehrt aus $\frac{1}{3}$ Quadrathöhe = $\frac{1}{3}(mn)^2$

I. Auch in einem Parallelepipedum wird die Gewalt auf den Zuſammenhang der oberſten Fläche $= \frac{M.\ ne}{\frac{1}{3}(mn)^2}$ ſeyn. Denn es entſteht aus der Bewegung des Parallelograms; und ein jeder ſenkrechter und dem Parallelogram paralleler Schnitt des Parallelepipedums giebt ein gleiches Parallelogram.

II. Weil man z. B. ein viereckigtes Stäbchen wenn es nur gleichartig iſt, gleichſam aus lauter ſolchen Parallelogramen zuſammengeſetzt betrachten

kann,

kann, wirkt auch die Schwere ſo eines Körpers auf den Zuſammenhang der oberſten Theilchen in gleicher Proportion.

III. Wird an ſo einen Körper ein Gewicht = M unter der Entfernung vom Ruhepunkte = D und unter der Höhe = A angehängt, iſt die Wirkung auf den Zuſammenhang = $\frac{MD}{\frac{1}{3}A2}$ (§. 72.) ſeyn.

IV. Kömmt ferners die eigne Schwere des Körpers = m mit in die Rechnung, drückt ſich die ganze Wirkung auf dem Zuſammenhang alſo aus = $\frac{MD + \frac{1}{2}md}{\frac{1}{3}A2}$, wenn d die Länge bedeutet.

V. Bleibt aber das Gewicht das nämliche, und iſt nur die Breite = L der zuſammenhangenden Theilen verſchieden, bekömmt die Formel dieſe Geſtalt = $\frac{MD}{\frac{1}{3}A2L}$.

VI. Alles dieſes behält ſeine Richtigkeit, wenn dieſe Gewalt auf den Zuſammenhang in zween Körpern gegeneinander gehalten wird.

* Indeſſen fängt ſich in phyſikaliſchen Körpern die Wirkung auf den Zuſammenhang nicht zu unterſt an; denn dort werden die Theile näher zuſammengedrückt, als daß eine dem Zuſammenhange entgegen wirkende Kraft Platz haben dürfte. Der Anfang dieſer Wirkung iſt am Ende des Zuſammendruckens; von dieſem Punkte an aber bleibt alles wahr, was wir von der Höhe bewieſen haben.

** Ich

** Ich habe oben in dem Beweiſe dieſes Satzes (n. 2.) geſetzt, daß in der Mitte einer Ordinate o r (Fig. XII.) der Schwerepunkt des Dreyeckes m n f ſey; wenn nur die Ordinate auf der Linie n m ſo errichtet iſt, daß n m : o m = 3 : 1. Dieſen Satz könnte ich hier als eine in der Mechanik bewieſene Wahrheit annehmen. Weil ſich aber der Beweiß davon ganz kurz geben läßt, will ich ihn hier beyſetzen.

Ich theile in dem Triangel Fig. XIII. die Seite A B in zween gleiche Theile = A F = F B, und ziehe die Linie F C. Dieſe Linie muß nothwendig den Triangel A B C in zween gleiche Theile ſo ſchneiden, daß der Schwerepunkt in der nämlichen Linie ſey; denn ſo, wie A B müſſen alle übrige dieſer parallelen Linien, das iſt, der ganze Triangel in zween gleiche Theile durch die Linie C F geſchnitten werden. Auf eben dieſe Art beweiſe ich, daß der Schwerepunkt in der Linie A E, und in der Linie D B ſey. Iſt er aber in jeder dieſer dreyen Linien zugleich, muß er in dem Punkt ſeyn, wo ſich alle drey ſchneiden, das iſt in x.

Wenn ich nun ferner zeige: daß D x : D B = 1 : 3; ſo hat der ganze Satz ſeine Richtigkeit. Nun aber läßt ſich auch dieß ganz leicht beweiſen.

$$\triangle\triangle\, a+b+c = d+e+f,\quad a=b,\quad e=f,\quad c=d$$ weil ſie gleiche Grundlinien und gleiche Höhe haben.

Mithin ſind auch $a+b = e+f$

$$2a = 2f$$

und $\underline{a = f = e = b}$.

Es folget alſo dieſe Proportion

$$b : b+e+f = 1 : 3.$$

Es iſt aber auch

$$b : b+e+f = Dx : DB$$

denn die Grundlinien in dergleichen Triangeln ſind, wie die Triangel; ſo iſt dann auch $Dx : DB = 1 : 3$. welches der zu beweiſende Satz iſt.

Von
der Undurchdringlichkeit der Körper.

§. 77.

Die Undurchdringlichkeit der Körper iſt jene Eigenſchaft, durch welche ein Körper den andern von ſeinem Orte ausſchließt.

§. 78.

Sie iſt eine allgemeine Körpereigenſchaft. Denn jeder Körper entſteht aus dem Zuſammenhange einfacher Elementen. Die Elemente ſind mit zurücktreibenden Kräften verſehen. Die zurücktreibende Kraft macht den mathematiſchen Kontakt, oder, was eines iſt, die Gemeinſchaft des nämlichen

chen Ortes unmöglich. Die Unmöglichkeit des gemeinſchaftlichen Ortes iſt Undurchdringlichkeit: Mithin ꝛc.

* Dieſe ganze Rubrik enthält das, was die Erfahrung als bewieſen annimmt, blos unter einem andern Geſichtspunkte. Denn wie die Vernunft aus der Erfahrung der Undurchdringlichkeit das Daſeyn einer zurücktreibenden Kraft herleitet; alſo fließt aus der angenommenen Wirklichkeit der zurücktreibenden Kraft das Daſeyn der Undurchdringlichkeit.

Von den harten und weichen Körpern.

§. 79.

Ein feſter Körper, in ſo weit er von dem flüßigen unterſchieden iſt, kann **hart, weich, elaſtiſch ſeyn.** 1.) **hart** nenne ich den Körper, deſſen Figur ſich weder durch eine ziehende noch drückende Gewalt, ohne Trennung des Zuſammenhanges, verändern läßt. Die Härte iſt **vollkommen**, wenn ſich die Figur durch keine; **relativ**, wenn ſie ſich nur durch dieſe beſtimmte Gewalt nicht abändern läßt. Wenn aber 2.) ein Körper der Abänderung ſeiner Figur mit gar geringen Kräften widerſteht, iſt er ein **weicher** Körper.

§. 80.

Der Unterſchied dieſer Eigenſchaften hat in dem Unterſchiede der anziehenden und zurücktreibenden Kraft ſeinen hinreichenden Grund. Denn die Figur kann nicht abgeändert werden; ohne daß einige Theile von-

einander, andere näher zuſammentretten. Nun aber dem Zuſammentretten widerſteht die zurücktreibende, dem Auseinandertretten die anziehende Kraft.

§. 81.

Die Härte der Körper entſteht theils aus den ziemlich großen Kräften des Zuſammenhanges, theils aus der Art von Zuſammenfügung, welche die Bewegung eines Körpertheilchen gegen das andere nicht anders möglich macht, als wenn die einfachen Elemente zugleich in den Repulſionsabſtand verſetzet werden. Denn ſobald der ziehenden Gewalt die Kräften des Zuſammenhanges, der drückenden aber die zurücktreibenden entgegen wirken, kann die Figur des Körpers nimmer ſo leicht abgeändert werden.

I. Ein vollkommen harter Körper iſt unmöglich. Denn die anziehende und zurücktreibende Kraft wirkt in einer Entfernung, und iſt allemal begränzt.

II. Der Körper iſt deſto härter, je ſtärker die Kräften des Zuſammenhanges ſind, und je mehrere Elemente in den Repulſionsabſtand kommen.

§. 82.

III. Wenn alſo der Zuſammenhang unter den Körpertheilchen durch eine ſchwache Kraft kann überwunden werden, und die bewegten Theile allemal wieder in einen gleichſtarken Attraktionsabſtand mit an-

andern verſetzt werden, giebt es einen weichen Körper. Denn wenn der Zuſammenhang leicht zu trennen iſt, und die bewegten Theile mit dieſen, wie mit den vorigen Theilen gleich ſtark zuſammenhangen, iſt die Figur leicht abzuändern, ohne daß ſich die Theile beſtreben, die abgeänderte wieder herzuſtellen, oder vermögend ſind ſie wirklich herzuſtellen.

IV. Es iſt ebenfalls ein vollkommen weicher Körper unmöglich; 2.) ob gleich die Weiche verſchiedner Grade fähig seyn muß. Die Unmöglichkeit des erſtern gründet ſich auf die unbedingte Nothwendigkeit einer Kraft, den Zuſammenhang zu trennen; die Richtigkeit des zweyten aber auf die Verſchiedenheit des hinreichenden Grundes von der Weiche überhaupt.

§. 83.

Die Möglichkeit dieſer Zuſammenfügung unter den Körpertheilchen folgt unmittelbar aus der Natur der Elemente; die Hinlänglichkeit aber dieſer Zuſammenfügung auf die vollkommen richtige Erklärung der Härte und Weiche zeiget ſich aus der verſchiedenen Wirkung der Attraktion und Repulſion; mithin behält die Erklärung dieſer zwo Eigenſchaften ihre vollkommene Richtigkeit.

Von der Elaſticität, oder Schnellkraft.

§. 84.

Das Beſtreben die durch die äußere Gewalt abgeänderte Figur wieder zurück zu bringen, und das Vermögen,

ſelbe am Ende der äußern Wirkung wieder herzuſtellen, heißt Elaſticität.

I. **Das Beſtreben und das Vermögen** die vorige Figur wieder herzuſtellen; nicht aber die Größe der äußern Gewalt, **macht das Weſen der Schnellkraft aus.**

II. **Die vollkommene Schnellkraft forderte ein Vermögen die vorige Figur ohne mindeſten Mangel herzuſtellen.**

* Aus dem, daß z. B. einen dürren Stecken zu biegen, eine größere Kraft nöthig iſt, als einen grünen gleich ſtark zu krümmen: folget nicht, daß der dürre mehr Schnellkraft als der grüne beſitze; **denn dieſe hängt blos von dem Vermögen ab, die Figur wieder herzuſtellen.** 2.) Schon aus dieſem ſieht man, daß die **Schnellkraft gar nicht in der Härte ihren zureichenden Grund haben könne.**

§. 85.

Beobachtungen. Faſt in allen flüßigen und feſten Körpern zeigt ſich das Daſeyn der Schnellkraft, obſchon in verſchiednem Grade. 2.) Die Schnellkraft läßt ſich im Luftleeren Raume nicht thätiger als in der Luft ſelbſt beobachten. 3.) Selbſt die Luft iſt ein ſchnellender Körper, widerſteht der zuſammendrückenden Gewalt, und dehnet ſich gewaltig aus, wenn der Druck nachläßt, wie es die Luftpumpe, ein aufgeblaſener Ballon, die Luftbüchſe ꝛc. beweiſet. 4.) Auch den Feuertheilchen kann man die Schnellkraft nicht abſprechen,

ſo

ſo wenig als den Lichttheilchen, von denen jene in ſich nicht unterſchieden ſind: wie die gründliche Phyſik in mehrern Orten beweiſet.

I. Die Elaſticität kömmt weder von der äußern (n. 2.) weder von der innern Luft (n. 3.) her;

II. Noch auch von den Feuertheilchen (n. 4.;) denn dieſe, wie die Lufttheilchen, ſind ſelbſt elaſtiſch; mithin können ſie den allgemeinen Grund der Elaſticität nicht ausmachen.

§. 86.

III. Die Urſache der Schnellkraft liegt nicht in einer nicht elaſtiſchen Materie. Denn weil die elaſtiſchen Körper nach allen Richtungen die vorige Figur wieder zurecht bringen, müßte die Materie nach allen Richtungen beweget werden: nun aber wie kann dieſe Allbewegung die Eigenſchaft einer nicht elaſtiſchen Materie ſeyn?

* Einige behaupten, dieſe Materie wäre in dem Zwiſchenräumen eingeſchloſſen, und geben ihr eine Wirbelbewegung zu; dieſe Wirbeln alſo müßten an die zuſammengedruckte Theilchen anſtoſſen, und durch ihr Anſtoſſen die Theile in die vorige Lage zurücktreiben. Allein dieſe Wirbelbewegung kann unmöglich in einem nicht elaſtiſchen Körper anhalten, oder ſie müßte ohne hinreichendem Grunde exiſtiren. 2.) Andere machen die Zwiſchenräume cylindriſch, und laſſen ſie durch den Krümmungszuſtand eines Körpers koniſch werden; ſo bald alſo die Materie entweder durch

ihren Druck, oder durch Bewegung auf die engern kegelförmige Theile aufſtößt, bekommen die Zwiſchenräume wieder ihre cylindriſche, und der ganze Körper ſeine vorige Figur. Allein die Materie wirket auf die weitern Theile der Zwiſchenräume eben ſo ſtark, als auf die engern: mithin bleibt die Herſtellung der Figur unmöglich.

§. 87.

Fernere Beobachtungen. 1.) Wenn wir ein elaſtiſches Lineal von Holz, Horn, Metall; einen längern Streif von dichtem Leder, Federkiehle ꝛc. an einem Theile befeſtigen, und an dem andern ein proportionirtes Gewicht anhängen, tretten die obern Theile des gebogenen Körpers auseinander, die untern aber zuſammen. 2.) Eben dieſe Erſcheinung zeigt ſich an einer geſpannten Saite; denn ihr Durchmeſſer kann nicht ab, und die Länge zunehmen, ohne daß einige Theile in größere, andere in kleinere Abſtände kommen. 3.) Das nämliche geſchieht in einem elaſtiſchen Ringe, den man etwa mit zween Fingern auf zwo ſich entgegen geſetzten Seiten zuſammen drückt. 4.) Auch der Ballon verkürzt durch den Druck den einen, und verlängert den andern Durchmeſſer. Mithin müſſen die Theile nach der Richtung des längern auseinander, nach einer des kürzern Durchmeſſers näher zuſammen tretten. 5.) Eben dieß gilt von allen ſphäriſchen Körpern, z. B. von einer helfenbeinener Kugel, wenn ſie auf einem nicht weichen Körper auffallen. Daher bleibt auf dem Auffallungskörper allemal eine Vertiefung zurück, wie wir

es

es am Amboſ ſehn, der mit Fette gar dünn überſchmieret worden; der andere Durchmeſſer aber, der den verkürzten ſenkrecht durchſchneidet, muß nothwendig verlängert werden. 6.) Den Fall ausgenommen, wenn der Körper von allen Seiten her zugleich gedrückt wird, z. B. die Luft in einem Gefäſſe zuſammen gepreßt; geht in allen übrigen Fällen die Abänderung der Figur in elaſtiſchen Körpern allemal ſo vor, daß einige Theile auseinander, andere näher zuſammen tretten.

§. 88.

Wenn ein elaſtiſcher Körper von allen Seiten her gedrückt wird; müſſen die Theile überhaupt mehr zurück getrieben werden. Denn die zurücktreibenden Kräften ſtehen mit den Abſtänden im verkehrten Verhältniſſe (§. 11.). Nun aber ein allſeitiger Druck verſetzt die Theile in kleinere Abſtände. 2. In den übrigen Fällen werden einige Theile mehr angezogen, andere ſtärker zurückgetrieben. Denn die anziehende Kräften wachſen bis auf gewiſſe Abſtände (§. 17.); mithin müſſen ſie ſich bey dem Auseinandertretten der Theile, wie die zurücktreibenden bey der Zuſammennäherung der Theile, thätiger und wirkſamer erzeigen.

§. 89.

Dieſe zurücktreibende und anziehende Kräften ſind hinlänglich, dem Körper die vorige Figur herzuſtellen. Denn die Abänderung der Figur entſteht aus dem

Auseinandertretten einiger, und der Zuſammennäherung andrer Theile (§. 87.). Nun aber die zurücktreibende Kraft kann die Theile auseinander; die anziehende aber andere Theile wieder zuſammentretten machen, d. i. die vorige Figur dem Körper nach allen Richtungen herſtellen.

§. 90.

Dieſe Kräften ſind der einzige Grund der Schnellkraft. Denn die Grundurſache liegt nicht allgemein in den Luft, und Feuertheilchen (§. 85. I. II.), noch auch in einer nicht elaſtiſchen Materie (§. 86.); die Kräften aber ſind für ſich reel (§. 11. 17.), und hinlänglich (§. vorhergeh.) die Schnellkraft zu erklären, und zu bewirken.

I. Wenn der Druck oder die Spannung eines Körpers die zuſammentrettende Theile in die Repulſionsabſtände, die andren Theile aber in jenen Grad der Entfernung verſeẓet, in der ſie immer ſtärker, als zuvor, angezogen werden; **dann iſt dieſem Körper eine vollkommene Schnellkraft eigen.** Denn die Thätigkeit beeder Kräften muß die vorige Lage vollkommen herſtellig machen.

II. Im Gegentheile wenn der elaſtiſche Körper durch die Spannung oder den Druck ſeine Figur nur ſo verändert, daß einige ſeiner Theile in dem neuen Abſtande nicht ſtärker, als in dem vorigen, angezogen oder zurückgetrieben werden: **kann ſeine Elaſticität unmöglich eine vollkommene ſeyn.**

III. Ein jeder Körper hat einen deſto mindern Grad von dem Schnellvermögen, je mehr ſein Zuſammenhang und der

Ka=

Karakter ſeiner Kräften mit jenem eines welchen Körpers Analogie hat.

§. 91.

Wenn wir die Gründe des vorgeh. §. mit jenen des Zuſammenhanges vergleichen, entdecken wir die Urſache, warum

I, in einigen Körpern die Feuchtigkeit das Schnellvermögen hemmt, in andern befördert; ſo macht z. B. die Trockne im geraden Verhältniſſe die Muskeln des Herzens immer zur elaſtiſchen Bewegung unfähiger: im Gegentheile raubt die Näſſe dem Papier, Leder ꝛc. ſeine Elaſticität, oder vermindert ſie wenigſt in den Federn, der Wolle, der Luft ꝛc.

II. Faſt eben ſo verhält es ſich mit der Wärme, die das Horn, die Metalle minder; die Luft ꝛc. aber mehr elaſtiſch macht.

* Deßwegen habe ich oben nur behauptet, daß die Feuertheilchen kein allgemeiner Grund der Schnellkraft ſeyn können; ob ſie gleich ein Beförderungsmittel, oder Hinderniß werden dürfen.

III. Die Hammerſtreiche erhöhen die Schnellkraft des Metalls, weil ſie die Zuſammenfügung der Theile zum Behuf der Attraktion verändern.

IV. Das Eiſen, der Stahl ꝛc. wird mehr elaſtiſch, wenn er noch heiß ins kalte Waſſer geſtoſſen wird, als wenn er langſam abkühlen muß. Denn nach verſchie-

ſchiedener Art des Abkühlens bleibt auch die Zuſammenfügung der Theile verſchieden. 2.) Können durch das ſchnelle Abkühlen elaſtiſche Feuertheilchen mit eingeſchloſſen werden, und die Herſtellung der vorigen Figur befördern.

V. **Das Uebermaaß von Spannung und Krümmung tilgt oft das Schnellvermögen, z. B. einer Saite, größtentheils.** Denn auf ſolche Art wird unter den auseinandertrettenden Theilen der Zuſammenhang gar aufgehoben, die zuſammengedrückte aber kommen in neue Attraktionsabſtände, welche die Herſtellung der vorigen Figur faſt gar unmöglich machen.

VI. **Einige Körper verlieren durch das Zuſammendrücken nach einiger Zeit ihr Schnellvermögen; andere erhalten es in der nämlichen Hypotheſe viele Jahre.** Zur erſten Klaſſe gehören geſpannte Metalle, gebogenes Holz ꝛc. zur zwoten die Luft, welche die Kugel eben ſo weit hinaus wirft, als wenn ſie erſt friſch in der Büchſe zuſammengepreßt wäre; ob ſie gleich ſchon längere Zeit eingeſchloſſen geblieben iſt. Nämlich die Holztheilchen werden trocken, werden wieder von der Luft feucht, wie die Metalle; trocknen wieder, werden wärmer, kälter u. ſ. w. Nun aber dieſe Dinge ſetzen allemal eine Veränderung in der Zuſammenfügung der kleinſten Theile, und mithin in der Schnellkraft ſelbſt zum Grunde. Indeſſen iſt die eingeſchloſſene Luft nicht im nämlichen Grade allen dieſen Veränderungen unterworfen.

Von

Von der
Spröde und Mürbigkeit der Körper.

§. 92.

Ein ziemlicher Grad von Härte, vergeſellſchaftet mit einer Fertigkeit, bey der Anwendung einer krümmenden Gewalt des Zuſammenhanges ſchnell verluſtiget zu werden, macht die **Spröde** der Körper aus (rigiditas). Wenn ſich dieſer Zuſammenhang mit ganz kleinen Kräften trennen läßt, wird der Körper **mürb** genennet (friabile).

I. Die Spröde läßt ſich mit einem größern Grade der Schnellkraft vereinbaren. Denn die Herſtellung der vorigen Figur bleibt immer möglich, ſo lang der Zuſammenhang durch kleine Veränderungen der Figur nicht getrennet wird.

II. Die Urſache der Spröde und Mürbigkeit liegt abermal in den Kräften des Zuſammenhanges.

III. Und wird aus den Geſetzen des Zuſammenhanges (§. 46.—56.), und der Lehre von der Schnellkraft (§. 84.—91.) unſchwer hergeleitet.

* Dieß ſind die allgemeinen Körpereigenſchaften, die ſich richtig und natürlich aus den Kräften der Elemente erklären laſſen, und zugleich den letzten Beweis von dem nothwendigen Daſeyn eben dieſer Kräften mit Ueberzeugung liefern.

Da

Da ſich dieſe Kräften im vorzüglichſtem Grade in den chemiſchen Operationen kenntbar machen, will ich auch von dieſen die hinlängliche Urſache kurz angeben, in ſo weit ſich auch die theoretiſche Phyſik damit beſchäftiget; ohne mich in das Heiligthum der chemiſchen Wiſſenſchaften einzudringen; denn dieſe haben auf unſrer Akademie ihren eignen und um ſelbe verdienteſten Lehrer. Indeſſen den Gedanken, blos den hinreichenden Grund von dergleichen Operationen anzugeben, rechtfertiget das Beyſpiel der größten Phyſicker eines Hambergers, Succows, Stattlers, Erxlebens ꝛc. und die Nothwendigkeit einer allgemein nützlichen Naturlehre.

Von den chemiſchen Operationen.

§. 93.

Von der blos mechaniſchen Auflöſung z. B. durch das Feuer, das die Metalle ſchmelzt, haben wir ſchon oben (§. 61.) geredet. Die chemiſche Auflöſung iſt die Zertheilung eines Körpers in ſeine kleinſten Theile durch einen andern flüſſigen Körper, mit deſſen kleinſten Theilchen die aufgelößten zuſammenhangen. Das Auflöſungsmittel, nachdem es entweder ſchon ein für ſich ſelbſt flüßiger Körper iſt, oder erſt durch das Feuer flüßig wird, theilt die chemiſche Auflöſung in jene des naſſen oder trocknen Weges.

I. Jede chemiſche Auflöſung iſt mit einer Vermiſchung der eignen und fremden Theile verbunden.

II. Die Urſache dieſer Vermiſchung enthält eine Urſache der Auflöſung.

§. 94.

§. 94.

I. Zur chemiſchen Auflöſung können ſehr viele mechaniſche Urſachen das ihrige beytragen, z. B. Die Bewegung, mit der die Wärme verknüpfet iſt: 2.) Die Figur der Theilchen, und ihre Uebereinſtimmung mit der Figur der Zwiſchenräumchen in dem aufzulöſenden Körper: 3.) Der Druck des Luftkreiſes: 4.) Die Schwere des Auflöſungsmittels: 5.) Die Härte und das Reiben der Theilchen, u. ſ. w. denn alle dieſe mechaniſchen Gründe können den Zuſammenhang mindern, und alſo die Auflöſung befördern.

§. 95.

II. Doch ſind dieſe mechaniſche Urſachen noch lange nicht der hinreichende Grund der chemiſchen Auflöſung. Denn 1.) der Zuſammenhang einiger Körper überwindet die Macht des ſtärkſten Feuers, und wird doch durch den Beyſatz flüßiger Körper gehoben. Daher hangen in einem ſchon ſehr erhitzten Eiſen, Gold, Silber ꝛc. die Theile noch zuſammen. 2.) Die Figur der Theilchen iſt für ſich, ohne Applikation der Principalurſache, blos ein unthätiges Werkzeug. 3.) Der Druck, die Schwere ꝛc. ſind nach allen Theilen gleich, mithin gar nicht aufgelegt die zerſtörende Bewegung wirklich zu machen.

§. 96.

Sondern III. die chemiſche Auflöſung geſchieht durch die anziehenden Kräften, mit welchen die Theilchen des Auflöſungsmittels auf jene des andern Körpers

pers wirken. Denn die Auflöſung geſchieht durch die Vermiſchung der Theile des auflöſenden, und aufzulöſenden Körpers (§. 93.). Dieſe Vermiſchung kann ohne Zuſammenhang nicht gedenkt werden. Der Zuſammenhang läßt ſich nur durch anziehende Kräften des Auflöſungsmittels erklären. 2.) Wenn die Theile des aufzulöſenden Körpers nicht ſo ſtark unter ſich ſelbſt, als von den Theilen des Auflöſungsmittels angezogen werden, muß der Zuſammenhang getrennet werden; denn die Theile vereinigen ſich mit jenen, von denen ſie mächtiger gezogen werden; nun aber ſie werden ungezweifelt ſtärker von dem Auflöſungsmittel angezogen, weil ſie ſich an die auflöſenden Theile anhängen, und das Anhangen ein Uebermaaß der anziehenden Kraft verräth (§. 46. — 56.).

I. **Die Auflöſung dauert ſo lange fort, als die Theile des aufzulöſenden Körpers mehr von dem Auflöſungsmittel als von ſich ſelbſt angezogen werden.** Denn die Urſache des Anfangs und der Fortdauer iſt in dieſem Falle vollkommen gleich.

II. **Bis alſo der Raum, der die größere Attraktionsſphäre des auflöſenden Körpers ausdrückt, mit aufgelößten oder auflöſenden Theilen erfüllet iſt, muß immer die Auflöſung fortdauern.**

* Aus dieſem kann man noch nicht ſchließen, ob die Theile des auflöſenden von jenen des aufgelößten Körpers, oder wechſelweiſe dieſe von andern eingeſchloſſen werden. Denn dieß hängt von der Größe der Theilchen

chen ab, und bleibt ein Gegenſtand der Partikularphyſik.

§. 97.

Jener Zuſtand, in dem das Auflöſungsmittel nimmer mehr auflöſt (§. vorherg. II.), und die aufgelößten Theile nicht entläßt, iſt der **Erſättigungsgrad**, oder der **vollkommne**, wenn das Auflöſungsmittel nichts mehr auflöſen kann, ſo lange der nämliche Grad der Wärme fortdauert, ob gleich noch ein Körper vorhanden iſt, der von dem nämlichen Mittel könnte aufgelößt werden; oder aber nur **reſpectiv**, wenn das Auflöſungsmittel zwar noch nicht erſättiget iſt, die aufgelößten Theile aber mit den Theilen des Auflöſungsmittels im gleichen Verhältniſſe ausgetheilet ſind.

I. Das Auflöſungsmittel iſt **vollkommen erſättiget**, wenn der Raum, und ganze Innbegrif, in dem die größern Kräfte wirken, mit den Theilchen des andern Körpers völlig erfüllet iſt.

II. Iſt nun dieſer Raum nicht ganz, ſondern nur in allen Theilen gleich weit angefüllt, ſo iſt **der Sättigungsgrad reſpectiv.**

III. Um wie weniger die Auflöſungstheilchen geſättiget ſind, um ſo viel größer ſind ihre Kräften.

§. 98.

Damit ein aufgelößtes Theilchen erhöhet werde, und in dem Auflöſungsmittel empor ſteige, iſt eine Kraft, welche die Schwere dieſer Theilchen überwin-

Bayerische Staatsbibliothek München

den ſoll, unumgänglich nothwendig. Denn mag das aufgelößte Theilchen ſo klein ſeyn als es wolle; ſo wird es doch immer ſchwer bleiben: nun aber beſtrebt ſich alles, was ſchwer iſt, abwärts zu ſteigen, alſo kann auch ſo ein aufgelößtes ſchweres Theilchen nicht erhöht werden, wenn nicht eine Kraft vorhanden iſt, die den Druck der Schwere überwindet.

I. Die Erhöhung kann nach den hydroſtatiſchen Geſetzen durch den Druck des Auflöſungsmittels nicht erhalten werden. Denn leichter wird ein ſo erhöhtes Theilchen wohl nie werden. Die Oberfläche wird zwar durch die Theilung reſpectiv größer, und eben deßhalb auch der Widerſtand im Auflöſungsmittel, wegen dem es hernach nicht ſo leicht herabfallen würde: Allein wie wird das Theilchen erhöht? Auch ſchon in der Erhöhung muß der Widerſtand wegen der größern Oberfläche größer ſeyn: Durch was wird nun dieſer überwunden?

§. 99.

So lange die Obertheilchen im Auflöſungsmittel weniger geſättiget ſind, als die Untertheilchen; ſo lange müſſen die aufgelößten Theile empor ſteigen; wenn je die noch größern Kräfte hinreichend ſind, die Schwere der aufgelößten Theilchen zu überwinden. Denn ſind die Obertheilchen minder geſättiget, ſo ſind ihre Kräften größer (§. 97. III.), und eben darum werden ſie die aufgelößten Theilchen ſtärker ziehen, als ſelbe von den unmittelbar untern Theilchen, die mehr geſättiget ſind, gezogen werden. Iſt nun dieſes ſtärkere Anziehen vermögend die Schwere der aufgelößten Theilchen zu überwinden, ſo müſſen dieſe noth-

Bayerische Staatsbibliothek München

nothwendiger Weiſe empor ſteigen, und mit denen zuſammhangen, von welchen ſie ſtärker gezogen werden.

I. Da dieſe Urſache von allen Theilen gilt, folgt ganz richtig, daß das Aufſteigen ſo lange vor ſich gehen müſſe, als lange eine Ungleichheit in der Sättigung, und in den Kräften iſt.

II. Aus dem nämlichen Grunde, und noch weit leichter werden die aufgelößten Theilchen ſeitwärts bewegt, wenn dort die Auflöſungstheilchen minder geſättiget ſind.

III. Ob nun gleich das Auflöſungsmittel nicht vollkommen geſättiget iſt, ſo wird in ſelben dennoch allezeit die reſpective Erſättigung folgen.

IV. Die erhöhten Theilchen aber werden hernach mit den Theilchen des Auflöſungsmittels ſo lange zuſammhangen, als lange ihre Kräften anhalten.

V. Nur eine gewiſſe Menge der aufgelößten Theilchen kann erhöhet, und eben darum auch aufgelößt werden: weil das Uebermaaß der Kräften nothwendig aufhört.

§. 100.

Da die anziehenden Kräften, und jene des Zuſammenhanges in verſchiednen Körpern ſehr verſchieden ſind (§. 49.); das ganze Auflöſungsgeſchäfte aber durch dieſe Kräfte vorübergeht (§. 96.); wird keine Beſchwerniß ſeyn, zu erklären, warum nicht jeder Körper von jedem Auflöſungsmittel aufgelößt wird; denn die Kraft aufzulöſen wird durch die Geſetze des Zuſammenhanges beſtimmet.

* Hieraus werden alle Erſcheinungen, die man in den Auflöſungen bemerket, gar füglich erkläret. Warum z. B. der Körper leichter, und geſchwinder aufgelößt wird, wenn er ſchon vorher durch mechaniſche Werkzeuge in kleine Theile zertrennet worden iſt. 2.) Warum die Auflöſung geſchwinder vor ſich gehe, wenn oder das Auflöſungsmittel, oder die aufzulöſende Körper, oder beyde zugleich warm ſind? 3.) Warum bey der Auflöſung viele Luftbläschen in die Höhe ſteigen? die zuvor in den Zwiſchenräumchen des Körpers durch die Zuſammenhangskräften eingeſchloſſene Luft, wird los, und durch ihre Schnellkraft ausgedehnt, und ſo ferner von dem ſchweren flüßigen Körper in die Höhe gedrungen. 4.) Dieß muß um ſo mehrer geſchehn, wenn durch das gegenſeitige Anziehn bey der Auflöſung Wärme entſteht, dero Bewegung die Luft mehr ausdehnt, und reſpectiv leichter macht. 5.) Warum einige Auflöſungen in der Luft geſchwinder vor ſich gehn, als in einem Luftleeren Raume? Zu noch faßlicherer Erklärung mag man hierüber den 94. §. nachleſen.

§. 101.

Auch die Auflöſung auf dem trocknen Wege (§. 93.) geſchieht meiſtentheils durch die anziehenden Kräften; denn daß die Auflöſung auf dem trocknen Wege nicht von der Wärme allein herkomme, erhellet daraus, daß die Metalle z. B. auch bey einem größern Grade der Wärme, als jener iſt, bey dem ſie durch ein Auflöſungsmittel flüßig werden, ihren Zuſammenhang nicht verlieren (§. 95.). Uebrigens

gens iſt zwiſchen der Auflöſung auf dem trocknen, und naſſen Wege kein andrer Unterſchied: folglich hat dieſe ſowohl, als jene die anziehenden Kräften zum Grunde.

* Die Urſache, warum nur bey einigen Auflöſungen eine merkliche Gährung ſich äußert, und zwar mit großer Wärme begleitet iſt, bey andern Auflöſungen aber gar keine Spur von Wärme ſich zeiget, ſondern vielmehr eine Kälte entſtehet, kann hier ohne vollſtändige Theorie von der Wärme nicht hinlänglich angegeben werden.

Vom Niederſchlage.

§. 102.

Die Abſönderung der aufgelößten Theilchen vom Auflöſungsmittel iſt das, was man durch den chemiſchen Niederſchlage verſteht. Zur Vollkommenheit des Begrifes von dem Niederſchlage verlangen wollen, daß die vom Auflöſungsmittel geſchiedene Theilchen zu Boden fallen müſſen, iſt eben nicht nöthig. Denn da ich z. B. in Scheidewaſſer, in welchem Silber aufgelößt iſt, etwa ein Kupfer aufhange, verlaſſen die Silbertheilchen alſo gleich das Scheidewaſſer, und hangen dem Kupfer an. Wer wird nun in dieſem Falle die Gattung eines Niederſchlages miskennen? und dennoch fällt nichts zu Boden.

§. 103.

Daß die aufgelößten Theilchen niedergeſchlagen werden; müſſen die anziehenden Kräften, durch welche die Auflöſung erfolget iſt, und durch die die auf-

gelöſten Theilchen mit dem Auflöſungsmittel zuſammenhangen, entweders durch andere Kräften überwunden, oder auf was immer für eine Weiſe verhindert werden, oder das Auflöſungsmittel ſelbſt muß hinweg genommen werden. Denn der Zuſammenhang mit dem Auflöſungsmittel iſt eine Wirkung dieſer Kräften, und er wird immerhin der nämliche bleiben, wenn in den Kräften keine Aenderung vorgeht. Nun iſt keine Aenderung, als eine von den hier beſtimmten dreyen Weiſen, möglich; folglich wird auch der Niederſchlag ohnmöglich ſeyn, wenn nicht eine von den benannten dreyen Urſachen vorkömmt.

Dieſe Kräften können abgeändert werden. I. Wenn in die Auflöſung ein Körper kömmt, der den ſchon aufgelöſten Körper mehr an ſich zieht, als ſelber von dem Auflöſungsmittel gezogen wird*, und mithin die Kräften des Auflöſungsmittels überwindet. So wird z. B. ein ſaures Salz niedergeſchlagen, wenn in die Auflöſung ein alkaliſches kömmt. Hier iſt aber wohl zu merken, daß das Waſſer von dem ſauren Salze wohl müſſe geſättiget ſeyn, ſonſt würde dieſes Waſſer neben dem Sauern auch das alkaliſche Salz auflöſen.

2. Wenn der neu beygeſetzte Körper das Auflöſungsmittel mit ſtärkern Kräften zieht, als jene ſind, mit welchen die aufgelöſten Theilchen mit dem Auflöſungsmittel zuſammenhangen. Die ſauren Salze z. B. löſen die Metalle auf. Wird ſolch einer Auflöſung Alkali beygeſetzt, ſo zieht dieſer alkaliſche Körper die ſauren, das iſt, das Auf-

löſungs-

löſungsmittel des Metalles, und die Metalle werden niedergeſchlagen.

3. Wenn das **Gleichgewicht der Kräften**, das zwiſchen jenen der aufgelößten Theilchen und dem Auflöſungsmittel iſt, **geſtöret wird.** Dieſe Zerſtörung kann abermal auf dreyerley Art geſchehn; nämlich a) wenn das Auflöſungsmittel durch den neuerdings beygeſetzten Körper noch mehr aufgelößt wird z. B. die Säure durch beygegoſſenes Waſſer. b) Wenn der beygeſetzte Körper aus ganz feinen Theilchen beſtünde, die ſich in die Zwiſchenräumchen der Auflöſungsmittel eindrängen, und alſo in ſelber die Zuſammenfügung, und mit dieſer die Kräften veränderten. c) Wenn die Zwiſchenräumchen in dem Auflöſungsmittel vergrößert, folglich die Berührungspunkten vermindert, und ſo der Zuſammenhang nothwendiger Weiſe verändert würde.

4. Endlich iſt es die gewöhnlichſte Weiſe den Niederſchlag eines aufgelößten Körpers zu erhalten; wenn man **das Auflöſungsmittel durch die Ausdünſtung abſöndert,** ſo, daß hernach die Auflöſung verdicket wird; denn die meiſten Auflöſungsmittel ſind entweder Waſſer, oder durch das Waſſer flüſſig. Geht dieß in Dünſte über, ſo tretten die aufgelößten Theile näher zuſammen, es giebt ſodann mehrere Berührungspunkte, und folglich geſtalten ſich größere Theile, die hierauf durch ihre eigene Schwere zu Boden ſinken. Dergleichen Niederſchlage iſt in der Cryſtalliſation in dem Salzſieden ꝛc.

* Kaum eine Gattung vom Niederſchlage kömmt zum Vorſcheine, die ſich nicht aus dem letzten Grunde

 erklä

erklären läßt; und die, ſo wie die Lehre von der Auflöſung das Daſeyn der oben bewieſenen Kräfte in ein helleres Licht ſetzt, als dieſe.

Von der Cryſtalliſation.

§. 104.

Die Salze, da ſie niedergeſchlagen werden, gehen in feſte, und durchſichtige Körper von zerſchiednen Figuren zuſammen, und werden Cryſtalle genannt.

Wie die Cryſtalle erhalten werden, und daß ferner jedes Salz ſeine beſondere, doch allzeit beſtändige Figur habe ꝛc. lehren die Chymiker: Ich meines Ortes gedenke nur jene Beobachtungen anzuführen, aus denen ſich mit Zuverſicht auf die phyſiſche Urſache ſchließen läßt.

§. 105.

Beobachtungen und Verſuche. Die Cryſtalliſation fängt nicht an, bevor die Auflöſung ruhig geſtanden, und einige Theile davon ausgedünſtet ſind. 2.) Hernach bildet ſich in der Oberfläche ein Häutchen; wenn man dieſes nicht unterdrückt, fällt es endlich nach und nach zu Boden. Wenn man dieſes beobachtet; und ſodann die Auflöſung an ein ruhiges und kühles Ort ſetzet, legen ſich an alle Seiten ſonderbar an den Boden des Geſchirres Cryſtalle an. 3.) Die Figur der Cryſtalle iſt in zerſchiednen Salzen ſehr zerſchieden, doch in den nämlichen Salzen ſich allezeit ähnlich, wie durch ein Mikroſcop auch in den kleinſten Theilchen beobachtet wird. 4.) Wird aber die Ausdünſtung durch große Hitze beſchleunigt,

nigt, ſo können die Figuren nimmer vollkommen erhalten werden. 5.) Wenn mehrere Gattungen der Salzen in dem nämlichen Waſſer aufgelöſet ſind, z. B. Alaun und grüner Vitriol; wird keine dritte Figur der Cryſtallen hervorgebracht, ſondern ſowohl der Vitriol, als Alaun macht ſeine ihm eigene Figur.

I. **Die Cryſtalliſation kann nicht anders als ein Niederſchlag betrachtet werden** (§. 103. Anm. 4. und §. 104.).

II. Um die Beobachtungen der Cryſtalliſation genau zu unterſuchen muß der Phyſiker erſtlich **die Urſache der Cryſtalliſation** überhaupt, vor das zweyte **die Urſache der allzeit jedem Salze eigenen Figur** beſtimmen.

§. 106.

Die hinlängliche Urſache des Häutchens ſowohl als der Cryſtalle ſelbſt ſind die anziehenden Kräften. Die Bildung des Häutchens, und der Cryſtalle ſagt nichts anders, als daß die aufgelößten Theilchen wieder zuſammenhangen: nun entſpringt aller Zuſammenhang von den anziehenden Kräften (46:67.): mithin, weil ähnliche und gleiche Wirkungen, ähnliche und gleiche Urſachen vorausſetzen ꝛc.

§. 107.

Die zerſchiedene doch jedem Salze eigenthümliche Figur wird vergeblich in einer Urſache geſucht, die außer dem Salze iſt. In allen ſalzichten Auflöſungen läßt ſich nichts, gar nichts, als die aufgelößten Theilchen der

Salzen und ihr Auflöſungsmittel, die Waſſertheilchen antreffen: wenn ich alſo die hinlängliche Urſache außer den Salztheilchen ſuchen ſollte, müßte ich ſelbe in dem noch übrigen Waſſer finden, von dem ſchon ein großer Theil ausgedünſtet hat. Wer ſoll aber wohl nur träumen, daß das nämliche Waſſer die Theilchen in ſo zerſchiedene Figuren zuſammenfüge, d. i. daß ſelbes die Salztheile eben nach dieſer Richtung, mit dieſer Geſchwindigkeit in dieſem Salz; in einem andern aber nach einer andern Richtung mit einer andern Geſchwindigkeit, doch allzeit der nämlichen im nämlichem Salze bewege? Seye es, daß die Figur der kleinſten Salztheilchen von jeder Art ſchon für ſich mehr fähig ſey, ſo und nicht anders verbunden zu werden; wie z. B. zerſchiedene Holze, aus denen ein Dachſtuhl zuſammengeſetzt wird; ſo muß doch eine Kraft ſeyn, welche ſie nach dieſer, und keiner andern Richtung zuſammenfüget, und die in den nämlichen Waſſertheilchen nicht ſeyn kann.

§. 108.

Wenn aber die kleinſten Theilchen des aufgelößten Körpers ihre beſtimmte Figur, und an gewiſſen Theilchen ihrer Oberfläche größere Kräften, als an den übrigen haben; ſo müßen dieſe kleinſten Theilchen in größere zuſammentretten, die ebenfalls eine beſtimmte Figur haben. Denn wenn dergleichen Theilchen mit ihren zerſchiedenen Kräften in ganz kleine Entfernungen voneinander kommen, werden ſie ſich an jenen noch kleinern Theilen ihrer Oberfläche mehr anziehen, wo die Kräften ſtärker ſind, d. i. eben dort werden ſie zuſammenhangen. Iſt nun

aber

aber dieſes, ſo haben wir ſchon wirklich eine Anlage zu einer gewiſſen, und beſtimmten Figur, die vollends hergeſtellt werden muß, da mehrere ſolche für ſich unſichtbare Theile gleichfalls nur an einem gewiſſen Ort ſich noch anhängen, und alſo eine merkliche Größe von einer gewiſſen Figur bilden.

I. Sind nun in zerſchiednen Salzen die Figur der kleinſten Theilchen, ſo, wie ihre Kräften zerſchieden, ſo muß auch ein ſchon ſichtbarer Theil eine andere Figur erhalten, als die von einem andern Salz iſt, deſſen kleinſte Theilchen andere Figuren, und Kräften haben.

§. 109.

Ja: die zerſchiedenen Figuren der Cryſtallen ſind in der That dieſen Kräften, als ihren Grundurſachen zuzuſchreiben. Die Urſache dieſer Figuren iſt vor das erſte nicht außer dem Salze (§. 107.) Eine gewiſſe Figur der kleinſten Theilchen die nichts thätiges iſt, kann eben kein hinreichender Grund ſeyn, weil dieſer beſtimmte Zuſammenhang in der That eine Wirklichkeit iſt, die eine thätige Kraft zum Voraus ſetzt (§. 107.). Die angegebenen Kräften aber ſind hinlänglich ſo eine gewiſſe, und beſtimmte Figur hervorzubringen (§. vorhergeh.): daß ferner die anziehenden Kräften an einigen ganz kleinen Seiten der Oberfläche der kleinſten Salztheilchen größer ſeyn können, als auf andern, iſt gleich Anfangs (§. 49. VI.) bewieſen worden: mithin wird die Figur der Cryſtallen mit allem Rechte von dieſen hergeleitet.

§. 110.

§. 110.

Nun glaube ich im Stande zu ſeyn, die Beobachtungen (§. 105.) ohne große Mühe zu erklären. 1.) **Die Cryſtalliſation fängt** ſich ohne vorgegangener Ausdünſtung des Waſſers nicht **an**. Denn ſo lange die aufgelößten Theilchen mit ihrem Auflöſungsmittel zuſammenhangen, und die Kräften nicht abgeändert ſind, iſt keine Abſönderung, kein Niederſchlag möglich (§. 103.). 2.) Es wird in der Höhe ein **Häutchen** erzeuget, weil ſich die Salztheilchen wegen dem in der Oberfläche ausdünſtendem Waſſer berühren, und unter ſich zuſammenhangen. Nun wird dieß Häutchen eine Zeit lang in der Oberfläche bleiben, wenn es nicht gefliſſener Weiſe untergedrückt wird; weil es den Widerſtand des noch flüſſigen Körpers, der wie die Fläche des Häutchens iſt, noch nicht überwinden kann. Vereinigen ſich aber mit dem Häutchen nach und nach mehrere ſchwere Salztheilchen, **ſo wird ſelbes von der Schwere abwärts gezogen.** 3.) **Daß die Cryſtalle wirklich erhalten werden**, muß die Auflöſung ruhig, und in einem kalten Orte ſtehn; denn alle Bewegung auch jene der Wärme verhindert das Zuſammentretten der Salztheilchen, und folglich auch ihren Zuſammenhang. 4.) **Die Cryſtalle ſetzen ſich an den Wänden des Geſchirres an, am ſtärkſten aber zu Boden;** denn wegen fernerer und immer anhaltender Ausdünſtung muß das niedergeſchlagene Salz meiſtentheils zu Boden fallen; da nun auf dem Boden, und an den Wänden die Wärme ſich am erſten verliert, ſo muß die Cryſtalliſation eben darum am wenigſten gehindert werden.

5.) Wird

5.) **Wird die Ausdünſtung durch die Hitze zu ſehr beſchleunigt; ſo muß die Figur der Cryſtalle unordentlich werden;** weil wegen der beſchleunigten Entziehung des Waſſers die Theilchen ſich ſo leicht nicht bewegen, drehen, und jene Richtung erhalten können, nach welcher ſie anſonſt von den Kräften, die jeder Widerſtand leicht überwinden kann, getrieben würden. 6.) Daß ſich die zerſchiednen Gattungen der Salze, wenn ſie in dem nämlichen Salze aufgelößt ſind, in keine dritte Gattung von Cryſtallen vereinen, ſondern **ein jedes Salz Cryſtalle ſeiner Gattung bildet,** kömmt daher, weil die anziehenden Kräften der Theilchen vom nämlichen Salze größer ſind, als die andere.

* Nur die obigen Sätze wohl beybehalten, dann werden ſich derley Erſcheinungen ganz leicht erklären laſſen.

Von der Gährung.

§. 111.

Die **Gährung** überhaupt (fermentatio) iſt eine innerliche Bewegung, durch welche der vorige Zuſammenhang der kleinſten Theilchen aufgelößt, und ein neuer Körper hervorgebracht wird. Iſt nun der hervorgebrachte Körper ein ſaurer Körper, ſo iſt die Gährung eine **ſaure Gährung;** herentgegen eine **geiſtige Gährung** iſt jene, durch die ein geiſtiger Körper entſteht, d. i. ein Körper, in welchem viele feine, flüchtige und brennbare Theilchen ſind.

I. Derley

I. Derley Gährungen finden wir ſowohl in feſten, als flüßigen Körpern, z. B. die Früchten, die noch ziemlich herbe, und ſauer dem Baume abgenommen werden, werden ſüße, d. i. ein neuer Körper: der ſüße Moſt wird ſauerlecht: auch der Wein wird immer umgeändert.

II. Die Gährung kann nur in Körpern vor ſich gehn, die aus Theilchen von zerſchiedner Art beſtehen.

III. Der Niederſchlag iſt keine Gährung, weil dort der vorige Körper nur vom Auflöſungsmittel geſöndert, aber in keinen neuen umgeſtaltet wird.

IV. Auch bey der Gerünnung (coagulatio) geht keine Gährung vor, weil ſelbe nur alsdenn geſchieht, wenn in einem flüßigen Körper einige Theile durch den Niederſchlage geſchieden einander anziehn, und einen zuſammenhangenden Körper bilden.

V. Das Aufbrauſen (efferueſcentia) gehört nicht zur Weſenheit der Gährung, weil ſie oft ohne Aufbrauſen vor ſich geht.

VI. In jeder Gattung der Gährung geht eine Auflöſung und zugleich eine Verbindung mit andern Theilen vor.

§. 112.

Beobachtungen. Viele Körper gähren ohne alles menſchliche Zuthun; ſo gährt z. B. der Wein im Keller, die Speiſen und Getränke in dem Magen der Thiere; die Säfte

in der Pflanzen. 2.) Auch durch die Kunſt wird die Gährung hervorgebracht z. B. eine geiſtige im Weine, Biere ꝛc. eine ſaure im Eßig, Brode ꝛc. 3.) Oft geht die geiſtige in dem nämlichen Körper voraus, und darauf folgt erſt die ſaure, oft fängt die ſaure an, und endet ſich mit dem Fäulniße. 4.) Die Wärme befördert die Gährung durchgängig. 5.) Bey der Gährung ſteigen allezeit Luftbläschen in die Höhe.

§. 113.

Die Kunſt befördert und bringt in dem Körper eine Gährung hervor; wenn ſie einen andern Körper beyſetzt: nun jener Körper, der in einem andern eine gewiſſe ihm eigentliche Gährung hervorbringt, iſt das **Gährungsmittel** (fermentum).

Auch die Gährungsmittel können füglich **in ſaure** und **geiſtige Gährungsmittel** getheilet werden, je, nach dem der Körper iſt, den das Mittel durch die Gährung hervorbringt.

§. 114.

Verſuche und Beobachtungen von dem Gährungsmittel. 1.) Einige Körper können ohne Gährungsmittel ohnmöglich in eine Gährung verſetzt werden. 2.) Dieſes Gährungsmittel iſt in vielen Körpern ſchon vorhin enthalten, und wird nur eine gewiſſe Zubereitung erfordert, daß ſelbes ihre Wirklichkeit äußere. 3.) Jeder Theil des gährenden Körpers kann in Hinſicht auf andere Körper, als ein Gährungsmittel angeſehen werden, und wird denſelben die nämliche

Gäh-

Gährung, ihre guten und ſchlimmen Eigenſchaften mittheilen. z. B. das Blattereiter bey Einimpfung der Blattern, der ſogenannte Zeug beym Bierbrauen ꝛc. Auch der Zucker erhält von verſchiedenen Gährungsmitteln verſchiedenen Geſchmack. 4.) Wie feiner die Theilchen der Gährungsmitteln ſind, wenn ſelbe übrigens gleichartig ſind, um deſto größer iſt ihre Kraft.

I. Es iſt alſo kein Zweifel, daß eben das Gährungsmittel zur Gährung vieles beytrage.

II. **Ja! die Eigenſchaften der Gährung entſpringen von jenen der Gährungsmitteln.**

§. 115.

Zur Gährung kann ferners viel beytragen 1.) **die Wärme**, da ſie die Auflöſung befördert (§. 112. n. 4.) 2.) das **Waſſer**, ſo ein allgemeines Auflöſungsmittel iſt: 3.) die **alkaliſchen** ſowohl, als **ſauren** Salze, wenn ſie vor im Waſſer wohl aufgelößt ſind, löſen die fetten Theile auf. 4.) Die innere und **fixirte Luft** (§. 52. Anm.), die, nachdem eine Trennung der innern Theilchen des Körpers vorhergegangen iſt, ſich aus den Zwiſchenräumchen hervormacht, und vermöge ihrer Schnellkraft, abſonderlich wenn ſie erwärmet iſt, ſelbſt auf den fernern Zuſammenhange der Theile wirkt (§. 112. n. 5.) 5.) **Die Bewegung, Erſchütterung, oder einiges Umrühren** kann die Gährung befördern; weil hiedurch die Theile aneinander geſtoſſen werden, die innere Luft

rege gemacht, und ſo die innerliche Bewegung erwecket, oder vermehret wird. 6.) Daß endlich der **Druck der äußern Luft** nicht ſelten ſehr vieles zur Beförderung der Gährung beytrage, iſt ſonder allem Zweifel; weil viele Gährungen nur in der freyen Luft; in luftleeren Räumen aber oder gar nicht, oder doch nie ſo heftig vor ſich gehn. Deſſen ohngeachtet behaupte ich:

§. 116.

Daß die letzte, und wirkende Urſache der Gährung die anziehenden, und zurücktreibenden Kräfte seyn müſſen. Jede Gährung iſt eine innerliche Bewegung, durch welche der Zuſammenhang unter den kleinſten Theilchen aufgelößt, und ein neuer Körper, mittels einer neuen Zuſammenfügung geſtaltet wird. Nun aber geſchieht das Auflöſen (§. 96.), das Zuſammenfügen unter dieſer Geſtalt vielmehr als unter einer andern (§. 109.) durch die benamſten Kräfte: mithin iſt das ganze Gährungs-Geſchäfte ein Geſchäft der anziehenden und zurücktreibenden Kräfte.

§. 117.

So iſt auch das Aufſieden, und Aufbrauſen, das manchesmal die Gährung begleitet (§. 111. V.) **eine Folge der nämlichen Kräfte.** Denn da ſich die Theilchen anziehen, und von einander getrennet werden; muß nothwendiger Weiſe eine Bewegung, und zwar wegen dem manchmal in theilbaren Abſtänden anhaltenden Anziehen eine beſchleunigte Bewegung (§. 28.) entſtehen, kraft welcher ſo ein fortgetriebenes Theilchen in den Repulſionsabſtand ein-

dringt, und aus welchem es abermal mit beſchleunigter Bewegung zurückgetrieben und gleichſam in eine ſchwingenförmige Bewegung verſeßet wird. Nun kömmt zu allen dieſen die durch derley Bewegung los gewordene innere Luft, die von dem nämlichen Kräften hin und her getrieben wird, bis ſie endlich aus dem Innern des Körpers in einer bläschenartiger Geſtalt entrinnt, und ſo unter den hin und her geworfenen Theilen, das Wallen und Aufſieden verurſachet.

I. Dieſem zu folge **ſind nur die Kräften** allein die **thätige Grundurſache der Gährung;** alle übrigen Hülfsmittel hingegen machen nur den Grund der Möglichkeit zur Gährung aus, oder verurſachen nur, daß ſich die Gährung hier und dort mit größerer oder minderer Heftigkeit zeige.

II. Die **Kraft der Gährungsmitteln** beruht hauptſächlich darinne, daß ſelbe meiſtentheils aus Theilchen beſtehen, die von andern ſchon aufgelößt, gewiſſe Kräften haben einige Theilchen mehr, andere minder anzuziehen, oder einige mehr andere minder aufzulöſen; denn durch dieß allein kann dieſe, und keine andere Gährung entſtehen.

III. Werden durch dieſe beſondern Kräfte mehrere Saurtheilchen entwickelt, ſo machen ſie daß **ſaure Gährungsmittel**, und daß **eine ſaure Gährung** entſtehe.

IV. Entwickeln hingegen dieſe ſondern Kräften mehrere geiſtige Theile, ſo werden ſie ein **geiſtiges Gährungsmittel**, und eine **geiſtige Gährung** machen.

* Um ſich den Begrif von der Entſtehung und dem Hergange der Gährung recht faßlich zu machen, ſtelle man

man ſich die Sache beyläufig ſo vor. 1.) Eine und zwar die allerersſte Aufhebung des Zuſammenhanges geſchieht durch die Wärme (§. 115. n. 1.); das ſich im Körper, der zu gähren anfängt, vorfindliche Waſſer, welches erwärmet wird, löſt die Salze auf. 3.) Die nun im Waſſer aufgelöſten Salze wirken auf andere, auch ölichte Theile, und löſen ſelbe ferner auf. 4.) Dieſe fortdaurende Auflöſung iſt immer mit einer Art von Bewegung bekleidet, die der innern Luft Raum verſchaft, ſich los zu reißen (117.), und die Bewegung zu vermehren, abſonderlich weil die Bewegung der Theilchen eine beſchleunigte Bewegung ſeyn muß (eben dieſer §.). 5.) Jene Theilchen werden in größerer Menge aufgelößt, auf die die ſchon vor aufgelöſten Theilchen größere Kräften äuſſern können; wodurch dann die Gattung der Gährung beſtimmet werden muß. 6.) Viele Theilchen nun müſſen unter dieſen wegen der anhaltenden Bewegung austretten; 7.) unter jenen hingegen, die zurücke bleiben, und ſich mehr anziehn, müſſen viele zuſammentretten, zuſammenhangen, d. i. einen neuen Körper bilden.

** Dieſe Erklärungen ſind wirklich von den berühmteſten Phyſikern angenommen. (a) (b) (c) (d).

(a) Man ſehe hierüber die Naturlehre des Succow 1. Th. von 575. §. an.

(b) Erxlebens Anfangsgründe 6. Abſch. von §. 215.

(c) Hambergers Element. Phyſ.

(d) Vollſtändig, und nach ſeiner in allen Werken ihm eigener Art ungemein gründlich hat die Lehre von der Gährung, ſammt allen übrigen chemiſchen Operationen in ſeiner großtentheils ökonomiſchen Phyſik abgehandelt Hr. Ben. Stattler ꝛc.

§. 118.

Die Fäulniß wird von einigen unter die Gährung gerechnet, und als die dritte Gattung derſelben angenommen: von andern hingegen, als eine beſondere Würkung der Natur betrachtet, welche die Körper vollkommen auflöſt, und keinen neuen mehr hervorbringet. Deßwegen ſcheinet Hr. Succow ſelbe für eine ſtärkere Würkung der Gährung anzuſehen.

§. 119.

Da die Fäulniß oder eine Gährung, oder von der Gährung nur in ſoweit unterſchieden iſt, daß in ſelber kein neuer Körper geſtaltet wird; hat ſie mit der Gährung die nämliche Urſache, und entſtehet und wird auf die nämliche Weiſe befördert, wie alle Gährung. Was ſie ſonſt beſonders hat, kann eben aus den allgemeinen Gründen der Gährung hergeleitet werden (§. 115. 116.). Die Theile des faulenden Körpers, werden noch vollkommener aufgelöſt, und gehen in weit größerer Menge in die Luft über (a). Die Anwendung dieſer allgemeinen Lehren wird in der Phyſik mit größtem Vortheile gemacht werden.

Von der Schwere.

§. 120.

Der Begrif des Zuſammenhanges überhaupt (§. 15.) iſt dem Zuſammenhange der ſich phyſikaliſch berüh-

---

(a) Die Theorie der faulen Gährung hat beſonders auseinander geſetzt Hr. Mich. Sailer im Jahre 1774. Oekonomiſcher Verſuch: wie man die Weyer vom Geröhre ohne Ableitung des Waſſers reinigen könne.

berührenden Theile, von dem wir bisher geredet haben, und der Schwere, von der wir reden werden, Gemein. Denn auch die Schwere kann nichts anders ſeyn, als die Wirkung einer Kraft, welche der Abſönderung der Körper widerſteht. 2.) Der Unterſchied alſo iſt nur dieſer, daß im erſten Falle phyſikaliſche Berührungen, im zweeten größere Entfernungen vorkommen.

§. 121.

Verſuche und Beobachtungen. 1.) Alle irrdiſchen Körper, ſich allein überlaſſen, fallen auf die Erde herab. 2.) In allen dieſen Körpern äußert ſich eine Art vom Drucke, wenn man ſie im Fallen zurückhält. 3. Die Richtungslinie der herabfallenden und drückenden Körper iſt auf die Oberfläche der Erde ſenkrecht; ſo z. B. ſpannet ſich der Faden, der etwa einen Körper aufhält, in ſenkrechter Linie. Es iſt alſo aus Verſuchen und Erfahrungen gewiß, daß alle irdiſche Körper ihre Schwere haben.

* Alle Erſcheinungen der Schwere auf ein allgemeines Geſetz zurückzubringen, wollen wir mit Newton indeſſen annehmen, daß die Schwere mit der Maſſe und verkehrt mit dem Quadrate des Abſtandes proportional ſey $\left(\text{Sch.} = \frac{\mathfrak{M}}{\mathfrak{A}^2}\right)$, bis ſich die Hypotheſe von ſelbſt rechtfertiget: 2.) die Urſache der Schwere aber nur in der Attraktion zu finden ſey.

Folgeſätze aus dieſer Hypotheſe.

I. Wenn dieß Geſetz richtig iſt, muß das Herabfallen

fallen und Drücken der Körper ſenkrecht ſeyn. Denn die Kugelförmige Geſtalt der Erde, und der gleiche Abſtand der ganzen Oberfläche von dem Mittelpunkte macht, daß jede Richtungslinien nach dem Mittelpunkte ſenkrecht abzwecken.

II. Die Gewalt, welche nach der Maſſe und verkehrt nach den Abſtänden die Schwere hervorbringt, kann nur in einfachen Subſtanzen gedacht werden.

III. Wenn ein Punkt Fig. IV. außer einer gleichartigen Kugelfläche ſteht, und von jedem Punkte derſelben im umgekehrten Verhältniſſe des Quadrates der Entfernung angezogen wird, ſo wird er von der Kugelfläche im umgekehrten Verhältniſſe des Quadrates der Entfernung von dem Mittelpunkte angezogen.

A R, A T ſollen von dem Halbzirkel M E R N zween Bögen C T und E R wegnehmen, und der Winkel R A T ſoll unendlich klein ſeyn; ſo wird die den Punkt A nach A C ziehende Kraft $\frac{EC}{AC^2}$ ſeyn. Man ſtelle ſich vor, daß E C um die Achſe A N gedrehet werde, ſo wird B C der halbe Durchmeſſer des durch das Umdrehen von C E entſtehenden Ringes, und folglich $\frac{EC.BC}{AC^2}$ das Verhältniß der Anziehungskraft deſſelben ſeyn. Man löſe ferner die Kraft nach A C in zwo andere A B und B C auf, ſo wird ſich C B durch eine gleiche Gegenkraft aufheben; die Kraft nach A B aber wird im Verhältniſſe $= \frac{EC.BC.AB}{AC^3}$ ſeyn; weil $AC : AB = \frac{EC.BC}{AC^2} : x$ iſt. Nun ziehe man O P und O F auf A T und A R ſenkrecht,

ſo

ſo wird wegen des unendlich kleinen Winkels R A T die Linie A S = A P ſeyn. Ueber das mache man die kleine Linie H C mit O F parallel, ſo wird, weil wiederum wegen des unendlich kleinen Winkels R A T die Linien A R und A T als parallele anzuſehen ſind, der Winkel H E C dem Winkel *E* C T, deſſen Maaß der halbe Bogen C T iſt, gleich; und die Dreyecke H E C, O P C werden einander ähnlich ſeyn. Es werden daher folgende Analogien ſtatt haben.

$$EC : HE = CO : PO \text{ und } EC = \frac{HE.CO}{PO},$$

$$AC : BC = AO : PO \text{ und } PO = \frac{BC.AO}{AC},$$

$$AC : AB = AO : AP \text{ und } AC = \frac{AB.AO}{AP},$$

$$AC : AP(AS) = HC : FS \text{ und } AC = \frac{AP.HC}{FS}.$$

Wenn man nun in dem Ausdrucke $\frac{EC.BC.BA}{AC3}$ der Ordnung nach die Werthe von E C, P O und A C ſubſtituiret, ſo bekömmt man $\frac{HE.CO.FS}{AO2.HC}$. Es mag nun der Punkt A von dem Mittelpunkte O was immer für eine Entfernung haben, ſo wird, wenn man allemal gleiche Bögen durch die Linien A R, A T wegnimmt, das Dreyeck H E C jederzeit einen rechten Winkel H, und einen andern H E C haben, deſſen Maaß der halbe Bogen C T iſt: und folglich wird $\frac{HE}{HC}$ eine beſtändige Größe ſeyn. Eben ſo ſind auch C O und F S beſtändige Größen: daher wenn man ſie wegläßt; $\frac{1}{AO2}$ übrig bleibt, welcher der zu beweiſende Satz war.

§. 122.

IV. Wenn ein einfaches Element ſich in dem Innern einer hohlen Kugelfläche befindet, wird es von allen Seiten her gleich angezogen werden. Denn wenn wir z. B. Fig. XV. das Element in den Punkt P ſetzen, wird es von den wenigern Elementen auf Seiten A B wegen dem kleinen Abſtande eben ſo ſtark angezogen werden, als es auf Seiten C D von mehrern Elementen wegen ihrer Menge angezogen wird. Dieſes zu beweiſen darf man nur zwey Dreyecke A P B, und C P D unter den kleinſten Bögen A B, C D formiren. Weil der Winkel A und der Winkel C den nämlichen Bogen B D gemein haben, ſind ſie einander gleich. Die Vertikalwinkel in C ſind wieder einander gleich; mithin ſind A P B und C P D ähnliche Dreyecke. Es iſt alſo A B : C D = B P : D P. Wenn wir im Gedanken unzähliche Linien zu den Bögen A B, C D hingehen laſſen, entſtehen ähnliche Kegel, oder Pyramidalfiguren. Ihre Grundflächen A B, C D, ſind wie die Quadraten gleichförmiger Seiten = $AB^2 : CD^2$. = $BP^2 : DP^2$. Weil nun dieſe Grundflächen die Maſſe auf Seiten A B und C D vorſtellig machen, verhält ſich die anziehende Maſſe auf der Seite A B zur Maſſe auf der Seite C D, wie $BP^2 : DP^2$. Nun aber iſt in der angenommenen Hypotheſe überhaupt die Schwere oder die Attraktion = $\frac{M}{D^2}$.

Mithin wird die Schwere auf Seite A B = $\frac{BP^2}{BP^2}$.

auf Seite C D = $\frac{DP^2}{DP^2}$.

ſeyn. Daß ich aber die Abſtände durch B P, und P D ſtatt

durch

durch E P und F P ausdrücken kann; dafür ſtehen uns die als undenkbar klein angenommene Bögen A B und C D gut. Eben dieſen ganzen Beweis kann ich allen übrigen Flächen, die dieſe hohle Kugelfläche ausmachen, mit gleichem Rechte anwenden. Mithin hat es ſeine Richtigkeit, daß ein Element in P **außer dem Mittelpunkte** von allen Seiten her gleich angezogen wird. 2.) **Im Mittelpunkte** ſelbſt, wenn wir die Sphäre in gleichen Abſtänden vom Mittelpunkte als Homogen anſehen, kann wegen gleichentgegengeſetzten Kräften nichts anders als ein vollkommenes Gleichgewicht aller wirkenden Elemente erfolgen. Alſo muß das Element in dem Mittelpunkt und außer demſelben von allen Seiten gleich angezogen, und in vollkommene Ruhe verſetzet werden.

§. 123.

V. **Wenn aber ein Element in die Oberfläche einer ſolchen Sphäre oder innerhalb derſelben verſetzet wird, muß es im geraden Verhältniſſe ſeines Abſtandes von dem Mittelpunkte angezogen werden.** Setzen wir zwo gleichförmige Sphären A, a, auf ihren Oberflächen denken wir zwey Elemente x, y: die Maſſe der Sphäre A nennen wir M, der andern m: den Abſtand des Elementes x von dem Mittelpunkte der Sphäre A machen wir = D, jenen aber des Elementes y von dem Mittelpunkte ſeiner Sphäre = d.

Das Element x wird von A angezogen $= \frac{M}{D2}$, y aber $= \frac{m}{d2}$. 2.) Weil in dieſem Falle die Entfernungen der Ele-

 mente

mente dem Radius gleich ſind, wird x angezogen $\frac{M}{R2}$, y $= \frac{m}{r2}$. 3.) Nun aber die Maſſe verhält ſich in den Sphären wie der Kubus der Durchmeſſer. Mithin iſt $\frac{M}{R2} = \frac{R3}{R2} = R$,

$$\frac{m}{r2} = \frac{r3}{r3} = r,$$

das iſt, die Attraktion iſt mit den Abſtänden vom Mittelpunkte proportional.

2.) Iſt aber das Element innerhalb der ſoliden Sphäre, wird es der **innern Sphäre** eben ſo angezogen, als wenn die Maſſe ſich im Mittelpunkte vereiniget hatte (§. 121. III.). Das **Hohle** der Sphäre aber, das iſt, die äußerſte Fläche (§. 122.) verändert die Attraktion der innern Maſſe nicht im geringſten. Mithin bleibt die nämliche Proportion.

§. 124.

VI. In der nämlichen Hypotheſe, daß die Schwere ſich wie die Maſſe und verkehrt wie das Quadrat der Entfernung verhalte, kann man alle Erſcheinungen der irrdiſchen Schwere erklären.

Denn 1.) beobachten wir, **daß jene Körper die mehr Maſſe haben, allemal gewichtiger ſind.** Hat ein Körper mehr Maſſe, iſt auch die Anzahl der Elementen größer. Es werden alſo mehrere Elemente von einem andern Körper angezogen.

2.) **Die Schwere wirkt auf ruhende und bewegte Körper.** Denn das Anziehen der Körper iſt gegenſeitig,

und

und beſtändig; mithin kann weder Bewegung noch Ruhe eine Aenderung in der Schwere überhaupt verurſachen.

3.) In ungemein großen Abſtänden läßt ſich das Abnehmen der Schwere bemerken. Denn kleinere Abſtände, wenn ſie ſchon unter ſich verſchieden ſind, haben doch in Abſicht auf den Radius der Erde keinen merklichen Unterſchied. Nun aber die Attraktion verhält ſich verkehrt wie das Quadrat des Radius.

4.) Die Schwere kann bey dem Aequator, und bey jedem Polus, oder auch an andern Orten nicht vollkommen gleich ſeyn; wenn die Dichtigkeit an verſchiedenen Orten verſchieden iſt; denn die Schwere hängt von der Maſſe ab.

5.) Die auf die Erde herabfallende Körper ſind in einer gleichförmig beſchleunigten Bewegung. Denn eine beſtändige Gewalt bringt eine Geſchwindigkeit hervor, die mit der Zeit proportional iſt. Nun aber in den Abſtänden, die unſerer Erfahrung gemeiniglich offen ſtehen, läßt ſich die Gewalt der Schwere als eine beſtändige und gleiche betrachten.

6.) Körper von verſchiedneſter Maſſe fallen in einem nicht widerſtehenden Mittel zu gleicher Zeit herab. Denn jedes Element wird von der ganzen Erde angezogen. Hat alſo ein Körper mehr Maſſe, werden zwar mehrere Theile, aber nicht ſtärker angezogen.

* Jetzt machen wir einen Schritt weiter, auch die Schwere der himmliſchen Körper zu unterſuchen.

§. 125.

§. 125.

Aſtronomiſche Beobachtungen.

1.) Alle Primarplaneten bewegen ſich um die Sonne. 2.) Die Secundarplaneten um ihre Primarplaneten. 3.) Die Bewegungslinien ſind ellyptiſch. 4.) Und die Quadraten der Periodalzeiten ſtehen mit den Kubikentfernungen im geraden Verhältniſſe.

§. 126.

Folgeſätze aus den Beobachtungen. I. Alle Primarplaneten werden gegen die Sonne, und alle Secundarplaneten gegen ihre Primaren durch die beſtändig fortwirkende Gewalt der Schwere angezogen. Denn die bewegende Kraft allein, ohne einer Centralkraft kann unmöglich eine **Kreislinie** formiren.

II. Das Verhältniß der Schwere in den Planeten iſt das verkehrte Verhältniß der Quadratentfernung. Denn ohne dieſem Verhältniſſe würde die ellyptiſche Bewegungslinie (vorherg. 3.) unmöglich bleiben, und die Quadrate der Periodalzeiten könnten nimmer ihr beſtimmtes Verhältniß mit den Entfernungen (§. vorherg. 4.) erhalten.

§. 127.

Die Aſtronomie beobachtet 5.) auch in dem Monde die Erſcheinung der Schwere gegen die Maſſe der Erde. 6.) Auch der Mond beweget ſich um die Erde in einer ellyptiſchen Kreislinie, 7.) obgleich dieſe beſchriebene Ellyps nicht ganz vollkommen iſt.

§. 128.

Allgemeine Sätze für die Grundurſache der Schwere. I. Die Urſache der Schwere liegt in keiner auswärtigen Materie. Denn ſonſt müßte die nämliche Materie den Secundarplaneten, z. B. den Satelles des Jupiters, gegen die Sonne hin bewegen, und zugleich von der Sonne zurückbewegen, wenn er in die Mittellag zwiſchen der Sonne und ſeinen Primarn käme.

II. Aus eben dieſem Grunde widerlegen ſich alle übrige ähnliche Scheinurſachen der Schwere.

III. Man muß alſo in den himmliſchen Körpern eine anziehende Gewalt zulaſſen. Denn durch dieſe Kraft allein und durch keine andere kann man die Erſcheinungen der Schwere hinlänglich erklären (I.). 2.) Ferners ſtimmen alle Beobachtungen mit den Tabellen, welche nach den Geſetzen der Attraktion verfertiget ſind, vollkommen überein.

IV. Auch in dem Monde erhält das Attraktions-Geſetz. Denn auch die Mondstabellen haben dieſes Geſetz zum Grunde, und ſind mit allen Beobachtungen übereinſtimmig.

§. 129.

Die Aſtronomie entdeckt eine vollkommene Gleichheit in der Schwere des Mondes, und jener der irrdiſchen Körper. Denn es iſt ausgemacht, daß der Mond in dem

dem 60 Halbdurchmeſſer ſtarken Abſtande von dem Mittelpunkte der Erde ſo eine beſchleunigende Gewalt beſitze, die für ſich allein betrachtet hinlänglich wäre, den Mond Zeit einer erſten Minute einen Raum von 15. Pariſ. Schuhe 1. Zohl und $1\frac{4}{9}$ Linien gegen den Mittelpunkt der Erde in beſchleunigter Bewegung durchlaufen zu machen. Weil nun dieſe beſchleunigende Gewalt ſich verkehrt wie das Quadrat der Entfernung verhält; müßte ſie im Augenblicke, da der Mond an die Oberfläche der Erde heran käme, 3600 mal ſtärker ſeyn. Der Raum alſo, den der Mond in der irrdiſchen Oberfläche durch freyes Herabfallen Zeit einer erſten Minute durchlaufen würde, müßte ebenfalls 3600 mal ſtärker als jener von 15 Schuhe ꝛc. das iſt, = 3600 X (15. Sch. 1. Z. $1\frac{4}{9}$ L.) ſeyn. Wenn ich nun frage: welchen Raum der Mond innerhalb einer Sekunde machen würde? antwortet uns die Mechanik, der Raum würde in der beſchleunigten Bewegung dem Quadrate der Zeit vollkommen proportional ſeyn. Mithin erhält folgende Analogie: 3600 : 1 = 3600 X (15. Sch. 1. Z. $1\frac{4}{9}$) : x d. i. das Quadrat von einer erſten Minute, oder das Quadrat von 60‶ = 3600‶ verhält ſich zum Quadrat von 1‶, wie der Raum unter 60″ zum Raum, der in 1‶ durchgelaufen wird, = 15. Sch. 1. Z. $1\frac{4}{9}$ L. Nun aber dieſer Raum iſt eben der nämliche, den ein irrdiſcher Körper innerhalb 1‶ durch ſeine beſchleunigte Bewegung durchläuft.

§. 130.

I. Die Schwere des Mondes und der irrdiſchen Körper ſind von der nämlichen Art.

II. Mit-

II. Mithin beobachtet auch die Schwere der irrdiſchen Körper das Geſetz der Quadratentfernung verkehrt genommen.

III. Weil die Erde mit dem Monde, und der Mond mit allen Planeten das Geſetz der Schwere gemein hat; iſt auch die Schwere der Planeten gegen die Sonne und ihre Primarn mit der Mondsſchwere gegen die Erde, und jener der irrdiſchen Körper eins.

§. 131.

Die Aſtronomie beobachtet letztens in den Bewegungen der Planeten viele Verwirrungen, die aus der verſchiednen Näherung und Entfernung entſtehen. 2.) Die Partikularphyſik aber holt die wahren Gründe von der Attraktion der Sonne und des Mondes her, welche jener der Erde entgegen wirkt. 3.) Auch in dieſer Erſcheinung gilt das Geſetz der Quadratentfernung.

§. 132.

I. Das Geſetz der Attraktion iſt alſo gleichſeitig.

II. Und univerſell.

III. Die Schwere eines Körpers rührt nicht von der Attraktion ſeiner eignen Elementen her, ſondern von der gegenſeitigen Wirkung eines entfernten Körpers.

* Ein neuer Unterſchied zwiſchen dem Zuſammenhange und der Schwere.

IV. Die

IV. Die beſchleunigende Gewalt des Körpers A kömmt von der Wirkung des anziehenden Körpers B her.

* Daher nennt man dieſe Gewalt central, weil ſie nach dem Mittelpunkte zieht, und vom Mittelpunkte entſpringt.

V. Realerklärung der Schwere.

Die Schwere iſt nichts als ein allgemeiner und beſtändiger Trieb der Körper, ſich im Mittelpunkte zu vereinigen, der ſein Daſeyn der gleichſeitigen Attraktion zu verdanken hat.

Zweyter Theil.

Von den Geſetzen der Bewegung, und des Gleichgewichtes.

§. 133.

Ein richtiger Beobachtungsgeiſt hat in den Wirkungen der Körper eine Art **von Gleichförmigkeit** aufgedeckt. Dieſe allgemeine Gleichförmigkeit in Wirkungen macht die **allgemeinen Körpergeſetze** aus. 2.) Einige dieſer Geſetze betreffen die **Bewegung**, andere das **Gleichgewicht** der feſten, **wieder andere die Bewegung und den Druck der flüßigen Körper.** 3.) Ich werde alſo zuerſt von der **Bewegung**, hernach vom **Gleichgewichte** der feſten Körper, und endlich **von der Bewegung und dem Drucke der flüßigen Körper** die allgemeinen **Körpergeſetze** aufſuchen.

I. Kapitel.

Von der Bewegung.

Die Geſetze der Bewegung überhaupt.

§. 134.

Der Raum, den der bewegte Körper durchläuft, läßt ſich füglich durch eine Linie ausdrücken. Denn in der Bewegung eines Körpers kann man alle ſeine Theile in einem Punkte vereinigt denken, der eine Linie formirt, und den Weg bezeichnet, welchen der Körper in der Bewegung zurücke legt. 2.) Das Verhältniß zwiſchen Raum und Zeit iſt eben das, was wir Geſchwindigkeit heißen.

§. 135.

I. Geſetz. Die einmal angefangene Bewegung wird mit der nämlichen Geſchwindigkeit, und nach der nämlichen Richtung fortgeſetzt, ſo lange von außen keine neue Wirkung auf den bewegten Körper geſchieht. Denn die Elemente des Körpers haben die Kraft ſich nach dieſen Geſetzen zu bewegen (§. 27.); mithin muß auch die Bewegung nach dieſen Geſetzen geſchehen. Wirkt aber eine neue Kraft auf den Kör-

per,

per, muß eine Aenderung vorgehen. Die Urſache dieſer Aenderung liegt abermal in den Kräften der Körper: und eben darum

II. Geſetz. Muß die Aenderung, die aus dieſer Wirkung entſteht, dieſer Wirkung proportionirt ſeyn. Anſonſt würde die hinlängliche Urſache ohne Wirkung, oder dieſe ohne ihrer hinlänglichen Urſache ſeyn.

III. Geſetz. Die Wirkung und Gegenwirkung iſt allemal gleich. Die Wirkung der Körper entſteht aus den Kräften der Elemente (§. 5. 6.), und iſt mit den Abſtänden im Verhältniſſe (§. 11. 17. 126. 132.); weil nun die Abſtände in zween Körpern gleich ſind; muß auch die Wirkung zweer Körper, das iſt, jede Wirkung und Gegenwirkung gleich ſeyn.

* Dieſes Geſetz, und andere in dieſer Materie vorkommende Sätze werden in den öffentlichen Vorleſungen auch durch Verſuche, Beobachtungen, und zerſchiedene Beyſpiele erkläret.

Geſetze der einfachen gleichförmigen Bewegung.

§. 136.

In der gleichförmigen Bewegung muß die Geſchwindigkeit zweener Körper allemal mit dem Produkte aus dem Raum und verkehrt aus der Zeit proportional ſeyn (§. 134. n. 2.). $C : c = \frac{S}{T} : \frac{s}{t}$; mithin iſt $C = \frac{S}{T}$. $S = CT$. $T = \frac{S}{C}$.

wenn

wenn aber $S = s$; $C : c = \frac{1}{T} : \frac{1}{t}$.

$T = t$; $C : c = S : s$

$\frac{S}{T} = \frac{s}{t}$; $C = c$.

I. Der Raum, den der Körper durchläuft, kann ſchicklich durch ein Parallelogram ausgedrückt werden, deſſen Seite durch Zeit und Geſchwindigkeit geſtaltet werden. Denn es iſt $S = CT$.

II. Die Geſchwindigkeit in der gleichförmigen Bewegung iſt auch mit dem anziehenden, oder zurücktreibenden Kräften in Proportion. Denn die Kräften ſind der hinreichende Grund von dem Daſeyn der Geſchwindigkeit (§. 25.). mithin iſt $C : c = \frac{VS}{T} : \frac{vs}{t}$.

$C : c = VSt : vsT$.

$CvsT = cVSt$.

Geſetze der einförmig beſchleunigten, und einförmig abnehmenden Bewegung.

§. 137.

I. Hauptſatz. In der einförmig beſchleunigten Bewegung wächſt die Geſchwindigkeit, wie die Zeit, $C = T$. ſie wächſt; denn ſonſt könnte nimmer eine Beſchleunigung gedacht werden. Sie wächſt wie die Zeit, ſonſt könnte die Beſchleunigung unmöglich einförmig ſeyn.

* Der

* Der Beweis iſt ſo richtig, als der Begrif von einer einförmig beſchleunigten Bewegung vollſtändig iſt (§. 26.).

§. 138.

II. Hauptſatz. In einer einförmig beſchleunigten Bewegung läßt ſich der Raum durch einen rechtwinklichten Triangl (Fig. 1.) **ausdrücken, deſſen Höhe = AB der Zeit = T, und die Geſchwindigkeit = C, welche am Ende der angegebenen Zeit erhalten wird, der Grundlinie BC gleich iſt.** Weil ſich die Bewegung in A anfängt, und hernach durch die ganze Höhe = AB gleichförmig beſchleunigt wird, muß die Geſchwindigkeit = BC anfangs unendlich klein ſeyn, und hernach immer mit der Höhe in gleicher Proportion wachſen. Hat dieſes Verhältniß ſeine Richtigkeit, ſo muß aus der Zeit und immer zunehmenden Geſchwindigkeit das △ ABC entſtehen. Weil nun der Raum dem Produkte aus Zeit und Geſchwindigkeit gleich iſt, S = CT (§. 136.) und CT in gegebenem Falle das △ ABC ausmacht, kann auch der Raum durch das △ ABC füglich ausgedruckt werden.

* In der gleichförmigen Bewegung formirt das Produkt aus Zeit und Geſchwindigkeit ein Parallelogram ABCm, und in der beſchleunigten Bewegung das Dreyeck ABC.

I. Das Dreyeck iſt die **Helfte** eines Parallelograms, wenn die Höhen, und Grundlinien gleich ſind. Mithin muß in der gleichförmigen Bewegung der durchgelaufene Raum **noch einmal ſo groß** als in der gleichförmig beſchleu-

nig-

nigten ſeyn; wenn man der gleichförmigen Bewegung die endliche Geſchwindigkeit der gleichförmig beſchleunigten zugiebt.

Weil alſo in der gleichförmigen Bewegung $S = CT$ iſt, ſo wird, wenn die endliche Geſchwindigkeit in der einförmig beſchleunigten bewegung $= C$ iſt, der Raum $S = \frac{CT}{2}$ ſeyn.

II. **Dieſe Folge iſt allgemein.** Denn der nämliche Schluß paßt auf jede gleichförmige Bewegung einer beſtimmten Zeit.

III. Mithin wird der **Raum**, den der einförmig beſchleunigte Körper im zweyten und dem vorigen gleichen Zeitchen (tempuſculo) durchläuft, $= 3$, und im dritten $= 5$ ſeyn. Denn der Körper wird im zweyten Zeitchen theils mit der bis itzt **erhaltenen** Geſchwindigkeit fortbewegt, theils aber erhält er einen **neuen** Zuwachs von Geſchwindigkeit, wie jener im erſtem Zeitchen war, u. ſ. w.

* Die Figur macht die Sache deutlicher. AB iſt $= BD = DE$; denn dieſe Linien drücken gleiche Zeiten aus. Das Dreyeck ABC formirt die Idee vom Raume im erſten Zeitchen, das Trapezium $BCDF$ vom Raume im zweyten Zeitchen, und das Trapezium $DEFG$ vom Raume im dritten Zeitchen. Nun aber enthält das letzte Trapezium 5 Dreyecke, und das zweyte 3 Dreyecke, die alle unter ſich, und dem $\triangle ABC$ gleich ſind. Mithin wie die **Dreyecke**, alſo ſtehen auch die **Räume** im arithmetiſchen Verhältniſſe $= 1.3.5.$ u. ſ. w.

IV. Dieß gilt nur von den Räumen **einzeln** betrachtet. Denn **zuſammengeſetzt** ſind die Räume, wie die Quadrate der Zeiten. So iſt $1 + 3 = 4 =$ dem Quadrate von 2 ꝛc.

Tabell.

Zeiten.	Quadrate der Zeiten.
1 = = =	= = = 1
2 = = =	= = = 4
3 = = =	= = = 9
4 = = =	= = = 16
5 = = =	= = = 25

Räume in einzelnen Zeiten.	Räume zuſammen genommen.
1 = = =	= = = 1
3 = = =	= = = 4
5 = = =	= = = 9
7 = = =	= = = 16
9 = = =	= = = 25

§. 139.

Jene Kraft, welche der erſten Geſchwindigkeit immer neue Zuſätze verſchaft, nenne ich die **Beſchleunigungskraft.**

So eine Beſchleunigungskraft iſt die **zurücktreibende,** welche ſich auf einen **theilbaren** Abſtand erſtreckt (§. 10. 11.), die **anziehende** in den für unſere Sinne noch **unmerkbaren** Abſtänden (§. 17.) und endlich die **ſchwere** (§. 128. 130. 132.).

II. **Eine mit vollkommener Einförmigkeit durch dieſe Kräften beſchleunigte Bewegung iſt für ſich unmöglich.** Denn die zurücktreibenden (§. 11. I. II. III. IV.), und die anziehenden Kräften ſowohl in den kleinern (§. 17.), als größern Abſtänden (§§. 126. 132.) ſind ſehr **verſchieden,** und können unmöglich der Grund einer **nicht verſchiedenen** Geſchwindigkeit ſeyn.

III. Die beſchleunigte Bewegung der Körper auf unſer Erdefläche iſt ſo ziemlich einförmig. Denn die Verſchiedenheit der Abſtände, und ihrer Quadrate im Vergleiche mit dem Durchmeſſer der ganzen Erdekugel iſt nicht ſonderbar merklich. Eben dieß gilt von den Körpern anderer Planeten im ähnlichen Falle.

§. 140.

III. Hauptſatz. In der einförmig beſchleunigten Bewegung ſind die Räume zuſammen genommen wie das Produkt aus dem Quadrate der Zeiten, und den Beſchleunigungskräften = V. Denn wenn die Beſchleunigungsgewalt verſchieden iſt; muß ſchon die erſte Geſchwindigkeit, und jeder Zuwachs verſchieden und der Beſchleunigungskraft angemeſſen ſeyn. Der Raum alſo, ſo (§. 138. IV.) mit dem Quadrate der Zeiten im Verhältniſſe ſteht, bleibt auch der Beſchleunigungskraft proportional, und iſt überhaupt $S = VT^2$.

Aus dieſer Gleichung entſtehen folgende allgemeine Sätze, als ſo viele Abdrücke der Körpergeſetzen.

I. $V = \frac{S}{T^2}$, und

$$T = \sqrt{\frac{S}{V}}.$$

Aus der vorigen Formel (§. 138. I.) iſt

$$S = \frac{CT}{2}:$$

mithin $C = \frac{2S}{T}$, und

$$T = \frac{2S}{C}.$$

II. Wenn

II. Wenn $S = VT^2 = \frac{CT}{2}$;

iſt $VT^2 = \frac{CT}{2}$,

und $C = 2VT$.

III. Weil auch $T = \sqrt{\frac{S}{V}}$ (I.)

$= \frac{2S}{C}$; ſo iſt

$$\frac{2S}{C} = \sqrt{\frac{S}{V}},$$

und $C = 2\sqrt{VS}$.

* Aus dieſen laſſen ſich ſehr viele Aufgaben über die Zeit und den Raum der mit einförmiger Beſchleunigung bewegten Körper ohne Mühe auflöſen. Und dieſe Anwendung würde allemal die nützlichſte Materie zu privaten Uebungen und öffentlichen Vorleſungen abgeben.

§. 141.

IV. Hauptſatz. Wenn ein Körper in ſo einer Richtung bewegt wird, die in einer geraden Linie der Beſchleunigungskraft entgegen wirkt, muß die Bewegung immer abnehmen. Dieſe Grundwahrheit iſt ein unmittelbarer Folgeſatz aus der **Natur** der **Gegenwirkungen** verſchiedener Kräften (§. 28.).

I. Wenn die beſchleunigende Kraft immer die nämliche bleibt, wird das Abnehmen der Bewegung **einförmig** ſeyn.

II. Mithin würden die **Räume** in der **arithmetiſchen** Proportion abnehmen = 5 . 3 . 1 . und zuſammengeſetzt wie die **Quadrate** der Zeiten — 9 . 4 . 1 .

III. Eben darum verhält ſich in einförmig abnehmender Bewegung das **Abnehmen der Geſchwindigkeit**, wie ihr **Anwachs** in einförmig beſchleunigter Bewegung.

* Wenn (Fig. I.) das Dreyeck AEG mit dem Zuſatze des △ ALG zum Parallelogram gemacht wird, wird das △ AEG alle Grundregeln für die einförmig beſchleunigte, und das △ AGL alle Sätze für die einförmig abnehmende Bewegung vorſtellig und begreiflich machen.

* * Aus dieſem fließt von ſelbſt wieder die Auflöſung etlicher Aufgaben über die Höhe, den Raum, und die Zeit der in einförmig abnehmender Bewegung aufſteigenden Körper; wenn man das Hinderniß flüßiger Mittelmaterien weg rechnet.

Von der zuſammen geſetzten Bewegung.

§. 142.

Wenn mehrere Kräften in der nämlichen Richtung, oder ſich einander in gerader Linie entgegen wirken, kann unmöglich eine zuſammengeſetzte Bewegung entſtehen.

* Dieſer Satz iſt ein Axiom, das von der Erklärung der zuſammengeſetzten Bewegung (§. 29.) nur im Ausdrucke unterſchieden iſt.

§. 143.

I. Hauptſatz. Wirken mehrere Kräften auf einen Körper nach Richtungen, die nicht

nicht in gerader Linie entgegen liegen, entſtehet allemal eine zuſammengeſetzte Bewegung. 2.) Die Richtung dieſer Bewegnng wird durch die Diagonal eines Parallelograms ausgedrückt, welches die Kräften formiren. 3.) Die Geſchwindigkeit des Körpers verhält ſich zu jener Geſchwindigkeit, die aus einer einzelnen Kraft entſtünde, wie die Diagonal zu jener Linie, welche die einzelne Kraft ausdrückt. Dieſe 3 Sätze ſind (§. 30.) von den Elementen richtig bewieſen worden. Mithin behalten ſie ihre Gültigkeit auch in den Körpern, die keiner Aenderung, Geſchwindigkeit, Richtung, und Bewegung fähig ſind, als in den Elementen, und durch die Elemente.

I. Die Summe der beeden Seiten in einem Parallelogram iſt allemal größer, als die Diagonal; mithin iſt die Geſchwindigkeit in einer zuſammengeſetzten Bewegung kleiner, als jene, die aus einzelnen Kräften zuſammen gerechnet entſtünde, wenn ihre Wirkung nach der nämlichen Richtung abzweckte.

II. Der Körper in der zuſammengeſetzten Bewegung macht zwar den einfachſten Weg; denn er durchläuft die Diagonal. Aber dennoch durchläuft er nach jeder Richtung den Raum, welchen er durch jede einzelne Kraft allein in gleicher Zeit würde gemacht haben.

III. Iſt aber die Bewegung vollkommen die nämliche, muß auch die Wirkung

auf

auf den in jeder Richtung entgegen ſtehenden Körper die nämliche ſeyn.

IV. Die Geſchwindigkeit in der zuſammengeſetzten Bewegung wird allemal deſto kleiner ſeyn, je größer der Winkel iſt, unter dem die Kräften nach verſchiedenen Richtungen zuſammen ſtimmen. Denn die Geſchwindigkeit gleicht der Diagonal, und der kleinſte Winkel giebt allemal die größeſte Diagonal.

* Die Urſache davon iſt offenbar. Wenn der Winkel x kleiner iſt, wird der Winkel y größer ſeyn, dem die Diagonal entgegen liegt. Nun aber dem größeſten Winkel iſt allemal die größeſte Seite entgegen geſetzt.

V. Die zuſammengeſetzte Bewegung muß in der nämlichen Fläche geſchehen, in welcher die Kräften wirken. Denn die Diagonal und die Seiten des Parallelograms liegen in der nämlichen Ebne.

VI. Die zuſammengeſetzte Bewegung wird geradlinicht, wenn

a) Die Geſchwindigkeit nach jeder Richtung die nämliche iſt,

b) oder aber nach der einen Richtung in der Proportion wächſt oder abnimmt, in der ſie nach der andern abnimmt oder wächſt.

VII. Wenn aber die Geſchwindigkeit nach jeder Richtung oder nicht die nämliche bleibt, oder nicht im gleichen Verhältniſſe wechſelweis ab und zunimmt, entſteht eine krummlinichte zuſammengeſetzte Bewegung.

§. 144.

§. 144.

Beſondere Folgeſätze aus dem I. Hauptſatze.

I. Jede Bewegung kann als zuſammengeſetzt betrachtet werden. Denn ich kann jede gerade Linie als die Diagonal eines Parallelograms anſehen.

II. Wenn alſo ein Körper auf eine Ebne ſchief auffällt, wird ſeine Wirkung eben die nämliche ſeyn, als wenn er durch die einte Kraft perpendiculär gegen die Ebne, und durch die andere Kraft in paralleler Richtung mit der Ebne bewegt würde. Denn jede Linie kann als eine Diagonal angeſehen, und die Diagonal in zwo Linien aufgelößt werden, deren eine mit der Ebne parallel, die andere auf ſelbe perpendiculär ſteht.

III. Sowohl die ſenkrechte, als parallele Linie drückt eine Gewalt aus, die kleiner iſt, als die ſchiefe.

§. 145.

II. Hauptſatz. Wenn ein Körper ſchief auf eine Ebne auffällt; iſt ſeine Wirkung auf die Ebne perpendiculär, 2.) und verhält ſich zur ganzen Gewalt, wie der Sinus des Winkels, unter dem er auffällt, zum Radius. 3.) Die Gewalt nach der parallelen Richtung iſt zur ſchiefen, wie der Coſinus zum Radius. (Fig. II.) Es falle ein Körper auf die

Ebene AB nach der Richtung DC und auch mit der Gewalt DC. Dieſe Linie iſt die Diagonal von dem Parallelogram DACF. Mithin wird ſie nach der Linie DA ſo bewegt, und wirkt auf die Ebne ſo, als wenn dieſe Richtung und Gewalt allein in dem Körper wäre (§. 143. II. III.). Ihre Wirkung muß alſo ſenkrecht ſeyn. Ferner geſchieht alle Wirkung im Aufſtoſſen durch die zurücktreibende Kraft (§. 5. II. §§. 9. 10.). Nun aber dieſe wirkt allemal ſenkrecht. 2.) DA drückt die ſenkrechte Kraft auf die Ebne = v und zugleich den Sinus des Winkels DCA aus; DC aber drückt die ſchiefe Gewalt = V und zugleich den Radius aus. Mithin

$$V : v = DC : DA$$
$$= \text{Radius} : \text{Sinus}$$

3.) AC drückt die parallele Kraft = u, und zugleich den Coſinus aus. Folglich iſt

$$V : u = DC : AC$$
$$= \text{Radius} : \text{Coſinus}.$$

* Dieß Theorem verdient die ganze Aufmerkſamkeit eines jungen Naturforſchers wegen ſeiner Wichtigkeit in der Naturlehre.

Von der Bewegung über die ſchiefen Ebnen.

§. 146.

Eine ſchiefe Ebne (Planum inclinatum) heißt jede ebne Fläche, die mit der Horizontallinie einen ſpitzigen Winkel macht (Fig. III.). Die Linie AC wird die **Länge**, AB die **Höhe**, BC die **Grundlinie** der ſchiefen Ebne, der Winkel ACB der **Neigungswinkel** genennt. Mithin iſt

iſt AC = dem Radius = der Länge
AB = dem Sinus = der Hö
CB = Coſinus = der Grundlinie.

2.) Die Gewalt mit der ein Körper nach der ſenkrechten Richtung der Schwere wirkt, und die allemal ſeinem Gewichte gleich iſt, wird die **ganze** Gewalt (abſoluta vis) genennt; **reſpectiv** aber heißt jede, die kleiner iſt als die abſolute, hier aber bedeutet es diejenige Gewalt, mit welcher ein Körper über die geneigte Fläche hinfällt in einer Richtung, die mit dieſer parallel iſt; wenn ihn anders keine ſonſtige Gewalt aufhält.

I. Hauptſatz. Ein Körper der auf einer ſchiefen Ebne oder ruht, oder bewegt wird, drückt auf die Ebne mit einer Gewalt = P, die ſich zur ganzen = V verhält; wie die Grundlinie = CB zur Länge AC, oder wie der Coſinus des Winkels C zum Radius = Cſ : R. Die ganze Gewalt ca iſt die Diagonal von dem Parallelogram abcd, deſſen Seite cb den Druck auf die Ebne anzeigt. Nun aber

cb : ca = BC : AC.

Denn das △ ABC iſt dem △ abc ähnlich. Dieſe Aehnlichkeit erhellt daraus, weil ac die Richtung der Schwere ausdrückt, und auf BC ſenkrecht, mithin mit AB parallel: folglich der Winkel a = A iſt, b und B aber rechte Winkel ſind; nun iſt

cb : ca = P : V; alſo iſt auch
P : V = BC : AC
= Cſ : R.

§. 147.

II. Hauptſatz. Die reſpective Gewalt des Körpers auf eine geneigte Ebne $= v$ iſt zur ganzen $= V$, wie die Höhe zur Länge. $v : V = A : L$. Denn $cd : ac = AB : AC$. Nun aber cd iſt die reſpective, und ac die abſolute Gewalt. Es iſt alſo

$$\text{I. } v = \frac{VA}{L} = \frac{V \cdot \text{Sin.}}{\text{Rad.}}.$$

II. Wenn ich die reſpective Gewalt von mehreren Körpern auf verſchiedenen geneigten Flächen zuſammen vergleiche, und ſie durch W und w ausdrücke, bleibt

$$W : w = \frac{VA}{L} : \frac{va}{l}$$
$$= VAl : vaL.$$

III. Weil ferner V, die Schwere, die ganze Gewalt, in allen uns vorkommenden Fällen die nämliche iſt,

$$W : w = \frac{A}{L} : \frac{a}{l}$$
$$= Al : aL$$
$$WaL = wAl.$$

IV. Wenn alſo $a = A$, ſo iſt $W : w = l : L$.
und $L = l$, $W : w = A : a$.

§. 148.

III. Hauptſatz. Die Bewegung über eine ſchiefe Ebne iſt einförmig beſchleunigt. Denn ſie unterſcheidet ſich von der ſenkrechten nur in der Beſtimmung der reſpectiven Kraft, die ſtatt der

abſo-

abſoluten wirkt. Mithin muß dieſe Bewegung eben ſo wie in der ſenkrechten (§§. 138. 139.) einförmig beſchleuniget werden.

* Alle Geſetze alſo, die wir oben (§. 137. ꝛc.) entwickelt haben, paſſen auch auf die ſchiefen Ebnen.

I. Das Geſetz der Geſchwindigkeit in der Bewegung über ſchiefe Ebnen. Sie verhält ſich zur Geſchwindigkeit in einer ſenkrechten Bewegung von gleicher Zeit, wie die Höhe zur Länge, das iſt,

$c : C = A : L$, wenn c und C die Geſchwindigkeit in beeden Bewegungen ausdrückt. Denn in der beſchleunigten Bewegung iſt

$$c : C = 2tv : 2TV \text{ (§. 140. II.)}.$$

weil im gegenwärtigen Falle $T = t$;

iſt $c : C = v : V$;

nun aber (§. 147.) $v : V = A : L$;

mithin iſt $c : C = A : L$.

II. Geſetz des Raumes. Auch der Raum, den der Körper in der Bewegung über eine ſchiefe Ebne macht, verhält ſich zum Raum in der ſenkrechten gleichzeitigen Bewegung, wie die Höhe zur Länge. $s : S = A : L$.

Denn $s : S = vt^2 : VT^2$. (§. 140.). Nun aber $t = T$;

mithin $s : S = v : V$.

Weil nun $v : V = A : L$,

iſt auch $s : S = A : L$.

* Praktiſche Beyſpiele (Fig. IV.)

a) Wenn der Körper mit der reſpectiven Gewalt den Raum AB durchläuft; ſo wird er in gleicher Zeit mit der abſoluten den Raum $= AC$ zurück legen.

(b Macht der Körper mit der reſpectiven Gewalt den Raum = AC, wird er mit der abſoluten den Raum = AD durchlaufen.

c) Wird endlich der Körper durch die reſpective Gewalt von A bis E bewegt, kömmt er durch die abſolute in gleicher Zeit von A bis B;

Denn alle △ ABE, ABC, ACD, ſind rechtwinklicht, und haben den Winkel A oder C gemein: mithin ſind ſie ähnlich, und enthalten dem Grund zu folgenden Analogien

$$\left.\begin{aligned} v : V &= AB : AC \\ &= AC : AD \\ &= AE : AB \end{aligned}\right\} \text{im} \begin{array}{l} \text{erſten} \\ \text{zweyten} \\ \text{dritten} \end{array} \text{Falle.}$$

d) **Alle Sennen eines Zirkels werden in gleicher Zeit durchgelaufen.** Denn um jedes Dreyeck kann ein Zirkel beſchrieben werden, und jeder Winkel der auf dem Diameter ſteht, iſt ein rechter Winkel.

III. Geſetz. Die Zeit, in der die ſchiefe Länge durchgelaufen wird, verhält ſich zur Zeit, in der ein Körper durch die Höhe der ſchiefen Ebne fällt, wie die Länge zur Höhe.

$T : t = L : A$, oder $t : T = A : L$.

Denn in der einförmig beſchleunigten Bewegung iſt

$$t : T = \sqrt{\frac{S}{V}} : \sqrt{\frac{s}{v}} \quad (\text{§. 140. I.}).$$

nun aber iſt in der ſenkrechten Bewegung

$$S = A$$
$$V = L$$

in der ſchiefen aber

$$S = L$$
$$V = A \quad (\text{II. Geſetz}).$$

Wenn

Wenn ich alſo dieſen Ausdruck ſtatt des vorigen ſetze, wird

$$t : T = \sqrt{\frac{A}{L}} : \sqrt{\frac{L}{A}}$$
$$= \sqrt{A^2} : \sqrt{L^2}$$
$$= A : L.$$

* Dieſe Geſetze (I. II. III.) enthalten alle Beſtimmungen der einförmig beſchleunigten Bewegung über ſchiefe Ebnen; in ſo weit dieſe mit der ſenkrechten verglichen wird. Nur haben wir noch die Bewegung auf Flächen von verſchiedener Neigung mit der ſenkrechten zu vergleichen. Aber auch in dieſer Sache giebt uns das obige Theorem (§. 148.) die natürlichſten

§. 149.

Folgeſätze. I. Geſetz. Die Geſchwindigkeit welche ein Körper auf ſchiefen Ebnen ungleicher Neigungen erhält, iſt mit der Wurzel der Höhe im geraden Verhältniſſe. $C : c = \sqrt{A} : \sqrt{a}$

$$C : c = V : v. \quad (\text{§. } 140.)$$
$$S : s = L : l.$$

ferner iſt $C : c = 2\sqrt{VS} : 2\sqrt{vs}$ (§. 140. III.),

$$V = \frac{A}{L} \quad (\text{§. } 147. \text{ III.}),$$
$$S = L,$$

mithin iſt $C : c = 2\sqrt{\frac{AL}{L}} : 2\sqrt{\frac{al}{l}}$

$$= 2\sqrt{A} : 2\sqrt{a}$$
$$= \sqrt{A} : \sqrt{a}$$

* Wenn alſo die Höhe in verſchiedenen Ebnen gleich iſt, muß auch die Geſchwindigkeit am Ende gleich ſeyn. b) Eben dieß gilt im Falle, wenn mehrere Ebnen von verſchiedener Neigung zuſammengeſetzt ſind. c) Daher wird in einem Zirkelbogen die nämliche Geſchwindigkeit erhalten, welche durch die Sennen eben dieſes Bogens erhalten würde.

II. Geſetz. Die Räume auf Flächen von verſchiedener Neigung ſind zu gleicher Zeit wie die Produkte aus der Höhe, und verkehrt aus der Länge. $S : s = \frac{A}{L} : \frac{a}{l}$

Denn $S : s = VT^2 : vt^2$. (§. 140.)

Weil $T = t$; $S : s = V : v$;

nun aber $V : v = \frac{A}{L} : \frac{a}{l}$ (§. 147. III.);

mithin iſt $S : s = \frac{A}{L} : \frac{a}{l}$.

III. Die Zeiten im gegebenen Falle ſind $= \frac{L}{\sqrt{A}} : \frac{l}{\sqrt{a}}$.

Denn in der einförmig beſchleunigten Bewegung

iſt $T : t = \sqrt{\frac{S}{V}} : \sqrt{\frac{s}{v}}$ (§. 140. I.):

nun $S : s = L : l$,

und $V : v = Al : aL$. (§. 147. III.)

mithin $T : t = \sqrt{\frac{L}{Al}} : \sqrt{\frac{l}{aL}} = \sqrt{aL^2} : \sqrt{Al^2}$.

Das iſt $T : t = L \cdot \sqrt{a} : l \cdot \sqrt{A}$

$= \frac{L}{\sqrt{A}} : \frac{l}{\sqrt{a}}$.

Iſt $L = l$, wird $T : t = \sqrt{a} : \sqrt{A}$

$a = A$, $T : t = L : l$ ſeyn.

§. 150.

§. 150.

Anwendung auf ähnliche Figuren.

Die Zeiten, in denen ihre Perimeter durchgelaufen werden, ſtehen mit den Wurzeln ähnlicher Seiten im Verhältniſſe (F. V.), das iſt $T : t = \sqrt{AB} : \sqrt{ab}$
$= \sqrt{BC} : \sqrt{bc}$
$= \sqrt{CD} : \sqrt{cd}$, wenn ich das Verhältniß von den Zeiten unterſuche, in denen $AB + BC + CD$ und $ab + bc + cd$ durchgelaufen werden.

Denn $T : t = \sqrt{S} : \sqrt{s}$ (§. 138. IV.)
mithin iſt $T : t = \sqrt{AB} : \sqrt{ab}$
$= \sqrt{BC} : \sqrt{bc}$
$= \sqrt{CD} : \sqrt{cd}$. folglich

I. $T : t = \sqrt{AB + BC + CD} : \sqrt{ab + bc + cd}$.

II. Die ähnliche Figuren ſind durchaus wie die Quadrate ihrer Höhen, Diagonalen, und aller ähnlichen Ausmeſſungen. Mithin verhalten ſich auch die Zeiten wie die Quadratwurzeln der ähnlichen Ausmeſſungen.

III. Alle Zirkelbögen, die mit der Horizontallinie gleiche Neigung haben, werden in Zeiten durchgelaufen, die den Durchmeſſern proportional ſind,

$T : t = \sqrt{D^2} : \sqrt{d^2} = D : d$
$= \sqrt{R^2} : \sqrt{r^2} = R : r$

denn unter allen Zirkeln herrſcht Aehnlichkeit.

Ge-

Geſetze der krummlinichten Bewegung.

Von den Pendeln.

§. 151.

Körper, die durch einen Faden ꝛc. an einem unbeweglichen Punkte angeheftet ſind, heißen **Pendeln. Einfache** wären jene, derer Gewicht in einem Punkte verſammelt, und der Hangfaden ohne Schwere ſeyn würde. Im Gegentheile nennt man ſie **zuſammengeſetzte.**

I. **In der Natur exiſtirt kein einfaches Pendel.**

II. **Man kann dennoch ein einfaches Pendel annehmen,** um die Geſetze davon leichter und richtiger zu beſtimmen.

III. **Wenn man ein einfaches Pendel denkt, muß man ſich die ganze Körperſchwere in einem Punkte verſammelt vorſtellen.**

IV. Den Punkt, in dem wir uns die Schwere verſammelt vorſtellen, können wir **Schwingunspunkt** (centrum oſcillationum) heißen.

§. 152.

I. Hauptſatz. Wenn ein Pendel aus der Verticalrichtung mit geſpannten Faden bewegt, und hernach frey gelaſſen wird, verhält ſich die reſpective Kraft, mit der es bewegt wird, zur abſoluten, wie der Sinus des Winkels, den die Rich-

tung

tung der ganzen Schwere mit dem geſpann-ten und in der Einbildung verlängerten Faden macht, zum Radius (Fig. VI.). Es ſey cd die ganze oder abſolute; ſo wird ce = ad die reſpective Gewalt ſeyn, und v : V = ce : cd. Denn cd kann als zuſammengeſetzt und = ac + ce angeſehen werden. ac muß alſo die Wirkung auf den Faden, und ce die Gewalt zur Bewegung ausdrucken. Eben dieß gilt, wenn wir ce als eine zuſammengeſetzte Bewegung, und als die Diagonal eines Parallelograms aus den Seiten cd + cf betrachten.

I. **Die reſpective Gewalt ändert ſich in jedem Theile des Schwingbogens;** denn auch der Winkel, den die abſolute mit der reſpectiven Gewalt formirt, ändert ſich ſo lange, bis er in der Verticalrichtung vollkommen verſchwindet.

II. **Dieſe Bewegung des Pendels muß beſchleunigt werden.** Denn die reſpective Gewalt, ob ſie gleich immer abnimmt, dauert doch bis in die Mitte, und giebt dadurch dem Körper immer einen Zuſatz von Geſchwindigkeit.

III. **Doch kann dieſe Beſchleunigung nimmer einförmig ſeyn.** Denn die Grade der anwachſenden Geſchwindigkeit werden immer kleiner.

IV. **Das Pendel ſchwingt ſich auf der andern Seite in die nämliche Höhe.** Da es in die Verticalrichtung kömmt, hat es den größten Grad der Geſchwindigkeit erhalten. Denn bis dahin ward die Bewegung beſchleuniget. Es würde alſo mit der nämlichen Geſchwindigkeit nach der Tangentiallinie fortgehen, wenn es nicht an dem Faden Hinderniß fände. Weil nun die Schwere im

Auf-

Aufſchwingen wie im Herabſchwingen gleich wirkt, muß im erſten Falle die Geſchwindigkeit eben ſo abnehmen, wie ſie im zweyten zugenommen hat.

V. **Der Weg, den das Pendel zeichnet, iſt ein Zirkelbogen.** Denn er wird von dem äußerſten Theile einer Linie beſchrieben, die ſich um einen unbeweglichen Punkt dreht.

§. 153.

So wie die ganze Bewegung des Pendels von c bis g **Schwingung** heißt, eben ſo nennt man die Summe der Momente, in denen die Bewegung vorgeht, die **Schwingungszeit.**

§. 154.

II. Hauptſatz. Die Schwingungszeiten ſind gleich, wenn die Schwingungsbögen ganz klein ſind. Denn die ganz kleinen Bögen kommen mit den Chorden überein, und die Chorden werden in gleichen Zeiten durchgelaufen. (§. 148, II. d.).

§. 155.

III. Hauptſatz. Wenn verſchiedene Pendeln ähnliche Bögen durchlaufen, verhalten ſich die Schwingungszeiten wie die Produkte aus der Wurzel der Länge und verkehrt aus der Wurzel der Schwere. $T : t = \sqrt{\frac{L}{G}} : \sqrt{\frac{l}{g}}$. Die Zirkelbögen ſind ähnliche Figuren; und beſtehen aus ſchiefen unendlich kleinen Ebnen;

nun

nun aber in den ſchiefen Ebnen iſt

$T : t = \sqrt{\frac{S}{V}} : \sqrt{\frac{s}{v}}$ (§. 140. I.), und in den Zirkelbögen iſt $S : s = R : r$

$= L : l$; wenn L die Länge,

ferners iſt $G : g = V : v$; wenn G die Schwere ausdrückt,

mithin iſt $T : t = \sqrt{\frac{L}{G}} : \sqrt{\frac{l}{g}}$.

I. Wenn alſo $G = g$; iſt $T : t = \sqrt{L} : \sqrt{l}$.

II. Wenn aber $L = l$; $T : t = \sqrt{g} : \sqrt{G}$.

III. Die Anzahl der Schwingungen iſt im verkehrten Verhältniſſe mit den Schwingungszeiten, $N : n = t : T$.

Mithin $n : N = \sqrt{\frac{L}{G}} : \sqrt{\frac{l}{g}}$.

* Weil in verſchiedenen Orten die Schwere gleichfalls verſchieden, im nämlichen Orte aber allemal einerley iſt; hangen die Schwingungszeiten im nämlichen Orte von der Länge, in verſchiedenen Orten aber auch von der Schwere ab. 2.) Eben darum ſind die Perdeln das einzige Mittel, die in verſchiedenen Theilen verſchiedene Schwere zu entdecken. Richer, da er in der Inſul Cajen mit Beſtimmung der Figur der Erde beſchäftigt war, mußte das Pendel, welches in Paris = 440, 67 Linien lang, ihre Schwingung in 1″ machte, merklich abkürzen; denn nur in der Länge 440, 12 Linien vollbrachte es ſeine Schwingung während 1″. Die Schwere in Paris verhält ſich alſo zur Schwere in der Inſul Cajen wie 44067 : 44012. 3.) Es läßt ſich auch durch die Pendeln die Höhe eines Gebäudes beſtimmen, wenn man eine andere bekannte Höhe und eintreffende Zahl der Schwingungen annimmt; denn $N : n = \sqrt{l} : \sqrt{L}$. 4. Alles dieß iſt nur von **einfachen** Pendeln erwieſen, gilt

aber

aber auch von **zuſammengeſetzten**, wenn man nur den Schwingungspunkt mit in die Rechnung kommen läßt.

Von der Bewegung der Erdkörper, wenn ſie ſchief fortgeworfen werden.

§. 156.

Es werde (Fig. VII.) **der Körper in der Richtung AB parallel mit der Horizontallinie fortgeworfen.** Wirkte keine andere Kraft auf ihn, würde er dieſe Linie mit gleichförmiger Bewegung durchlaufen, und die Räume würden ſich wie die Zeiten 1. 2. 3. verhalten. Weil aber der Körper zugleich ſchwer iſt, wi… er nach der Richtung der Schwere Räume durchlaufen, die zuſammengenommen wie 1. 4. 9. ſind (§. 138. IV.). Nun aber die letzten Räume ſind Abſciſſen, die erſtern Semiordinaten. Es verhalten ſich alſo die Abſciſſen wie die Quadrate der Semiordinaten; **mithin würde der Körper eine Linie beſchreiben, die beynahe paraboliſch iſt;** denn die Parabel hat dieſes Kennzeichen, daß ihre Abſciſſen $= x$ allemal wie die Quadrate der Semiordinaten $= y^2$ ſich verhalten. 2.) **Eben dieſe Linie würde entſtehen, wenn der Körper ab oder aufwärts ſchief geworfen würde.** Denn man kann dieſe ſchiefe Richtung auch in die horizontale und ſenkrechte auflöſen. **Mithin iſt es ein richtiger Satz, daß alle Erdkörper, ſchief fortgeworfen, beynahe eine Parabel beſchreiben.**

* Beynahe eine Parabel. Denn 1.) iſt die Tangentialbewegung wegen dem Widerſtande der Luft niemals gleichförmig, und die Centra[l]bewegung 2.) aus eben der Urſache niemals einförmig beſchleunigt. 3.) Können die Abſciſſen nimmer parallel ſeyn, wenn der Schwerepunkt nicht bis ins Unendliche entfernet iſt. Nun aber alle dieſe drey Stücke werden zur vollkommenen Parabel als nothwendig erfordert. 4.) Warum aber eine Kanonkugel, da ſie in horizontaler Richtung weggeſchoſſen wird, durch die Schwere lange nicht ſo weit von ihrer Richtung abweiche, als ſie in der ſenkrechten Richtung allein zu fallen pflege, wird in den Vorleſungen eben vom Widerſtande der Luft hergeleitet werden.

** Ferner, wie man den Weg des Körpers finden kann, wenn man die gleichförmige Geſchwindigkeit und den Wurfswinkel angiebt, 2.) unter welchem Winkel der Körper in die größte Entfernung geworfen werde, 3.) wie groß die Anfangsgeſchwindigkeit ſeyn müßte, daß der Körper ein gewiſſes Ort erreiche u. ſ. w. alle dergleichen Aufgaben ſind überhanpt Folgeſätze aus dem bewieſenen Theoreme.

*** Ueber gegenwärtigen Innhalt mögen H. Robins und Daniels Bernoulls Schriften Tom. II. Coment. Acad. Petrop. nachgeleſen werden.

Von der freyen Bewegung der Körper um einen Schwerepunkt.

Dieſe Materie iſt zu wichtig, als daß wir nichts, und zu weitſchichtig, als daß wir in einem Elementarbuche alles ſagen können. Nur jene Sätze alſo werden hier behandelt werden, welche nothwendig und zugleich der

Grund

Grund von allen Erfindungen des Newtons im aſtronomiſchen Fache, und doch hinlänglich ſind, uns zu fernern aſtronomiſchen Wiſſenſchaften auszurüſten.

§. 157.

Nähere Beſtimmung einiger Kunſtwörter. Wenn ſich ein Körper um einen Schwerepunkt dreht, wirken Kräften von verſchiedenen Richtungen.

1.) Jene, durch die er gegen den Schwerepunkt getrieben wird, heißt (centripeta) **Kraft nach dem Schwerepunkt**,

2.) Die andern aber, welche den Körper nach dem Tangenten der krummen Linie fort bewegen würde; wenn die erſtere ihr Daſeyn, oder wenigſt ihre Thätigkeit verlöhre, nennt man **Tangentialkraft** (vis projectilis, tangentialis).

3.) Beede zuſammengenommen kommen unter dem Namen der **Centralkräften** vor. Ich werde aber Kürze halber die erſtere ſchlechtweg die Centralkraft nennen.

4. Die **Bewegunslinie** (radius vector) iſt eine gerade Linie, vom Mittelpunkte aus bis zum Körper gezogen.

5.) Die **Räume**, die von der Bewegunslinie beſchrieben werden, werden **Sectorn** der Laufbahne genennt.

§. 158.

I. Hauptſatz. Wenn auf einen Körper die Tangential und Centralkraft zugleich wirkt, wird er 1.) in einer gegen den Schwerepunkt concaven, und 2.) ſtettig krum-

krummen Linie bewegt, alſo, daß 3.) die Sectorn den Zeiten proportional ſind. (Fig. VIII.). Es mache der Körper durch die Tangentialkraft allein den Raum = a b, und durch die Centralkraft allein den Raum = a d; es muß alſo die Diagonal a e entſtehen, und die zuſammengeſetzte Bewegung ausdrücken. In der zwoten Zeit iſt der Raum, der durch die Tangentialkraft entſtehen würde, = e f = a e, und der Raum, den der Körper durch die Centralkraft allein machen würde, = e g. Die Diagonal e h wird abermal die zuſammengeſetzte Bewegung ausdrücken u. ſ. w. Es würde alſo eine Linie entſtehen, die gegen den Mittelpunkt concav, 2.) und ſtettig krumm iſt; denn der Winkel a e h muß als unendlich ſtumpf, und der Winkel f e h als unendlich klein angenommen werden. 3.) Ferner iſt das Dreyeck a c e = △ e c f; weil a e = e f, und die Spitze c gemeinſchaftlich iſt. Auch das △ e c h iſt = △ e c f, weil beyde Dreyecke zwiſchen zwo Parallellinien e c und f h liegen, und eine gemeinſchaftliche Grundlinie e c haben.

Wenn nun das △ a c e = △ e c f,
und das △ e c h = △ e c f,
iſt auch das △ a c e = △ e c h.

Nun aber a c e und e c h ſind die Sectorn, die in gleichen Zeiten die Bewegungslinie durchläuft. Sie ſtehen alſo mit den Zeiten im geraden Verhältniſſe.

I. Dieſe unendlich kleinen Theile der krummen Linie verhalten ſich verkehrt, wie die ſenkrechten Linien, welche aus dem Schwerepunkte auf dieſe kleinen Theile oder ihre verlängerte Sennen gezogen ſind. Denn die △ △ ſind einander gleich, und in gleichen △ △ verhalten ſich die Grundlinien allemal verkehrt, wie die Höhen.

II. Eben

II. Eben ſolches Verhältniß beobachtet die Geſchwindigkeit an jedem Punkte der krummen Linie. Denn die Grundlinien haben mit der Geſchwindigkeit und der Zeit einerley Gleichungen; weil ſie der Raum ſind, den der Körper in gleichen Zeiten durchläuft.

III. Haben die Winkel, die von den Richtungen der Centralkräften formirt werden, ungleiche Größe, muß auch die Geſchwindigkeit verſchieden ſeyn. Denn je kleiner der Winkel iſt, deſto mehr wächſt die Diagonal, und umgekehrt (§. 143. IV.).

IV. Wenn die Schwerekraft zu wirken aufhörte, müßte der Körper nach der Richtung der unendlich kleinen Linie fortgehen; es würde alſo nimmer eine ſtettig krumme Linie entſtehen. Mithin muß die Schwerekraft in einer krummen ſtettigen Linie immer fortwirken.

V. In einer Zirkelbewegung muß die Geſchwindigkeit gleich, und der Winkel, unter dem die Centralkräften zuſammen wirken, ein rechter ſeyn. Denn alle ſenkrechten Linien, welche vom Mittelpunkte auf den Zirkelbogen gezogen werden, ſind gleich, und machen mit der Tangentiallinie einen rechten Winkel.

§. 159.

II. Hauptſatz. In der Zirkelbewegung iſt die Centralkraft ed (F. IX.) dem Produkte aus dem Quadrat der unendlich kleinen Linie eb, und verkehrt aus dem Durch-

Durchmeſſer ae gleich, $V = \frac{eb^2}{ae}$, oder wenn wir die kleine Linie a, und den Diameter d nennen, iſt
$$V = \frac{a^2}{d}.$$

Das $\triangle$ abe iſt dem $\triangle$ bde ähnlich. Denn der Winkel abe iſt ein rechter, und dem Winkel bde gleich, der Winkel bea aber iſt beyden Dreyecken gemein. Sind nun dieſe Dreyecke ſich ähnlich, ſo iſt

$$ae : eb = eb : de$$

mithin $ae \,.\, de = eb^2$

und $de = \frac{eb^2}{ae}$

$$= \frac{a^2}{d}$$

I. Weil ſich der Diameter verhält, wie der Radius, iſt $V = \frac{eb^2}{r}$

II. Ferner iſt in der Zirkelbewegung wegen der einförmigen Bewegung (§. vorg. V.) der Raum eb der Geſchwindigkeit c gleich.

Folglich iſt $v = \frac{c^2}{r}$

und $V : v = \frac{C^2}{R} : \frac{c^2}{r}$.

III. Wenn alſo $C^2 = c^2$; $V : v = r : R$

$R = r$; $V : v = C^2 : c^2$.

Wenn endlich $C : c = R : r$; $V : v = \frac{R^2}{R} : \frac{r^2}{r}$,

$$= R : r.$$

IV. In einer Zirkelbewegung müſſen die Centralkräften dem Produkte aus dem Radius, und verkehrt aus dem Quadrate der periodiſchen Zeit gleich ſeyn. Denn in

der

der gleichförmigen Bewegung iſt

$$c = \frac{S}{T}; \text{ und weil } S : s = R : r$$

$$c = \frac{R}{T}$$

$$c^2 = \frac{R^2}{T^2}$$

mithin iſt $\left(V : v = \frac{C^2}{R} : \frac{c^2}{r}\right) = \left(V : v = \frac{R^2}{RT^2} : \frac{r^2}{rt^2}\right)$

$$= \frac{R}{T^2} : \frac{r}{t^2}$$

$$= Rt^2 : rT^2.$$

V. Wenn in verſchiedenen Zirkeln $V : v = r^2 : R^2$; ſo iſt auch $T^2 : t^2 = R^3 : r^3$. Denn

$V : v = Rt^2 : rT^2$ (IV.).

nun aber $V : v = r^2 : R^2$ im gegebenen Falle;

mithin $r^2 : R^2 = Rt^2 : rT^2$.

$r^3T^2 = R^3t^2$. Alſo $T^2 : t^2 = R^3 : r^3$

VI. Und umgekehrt, wenn $T^2 : t^2 = R^3 : r^3$, ſo verhalten ſich $V : v = r^2 : R^2$. Denn

$r^3T^2 = R^3t^2$. Folglich

$r^2 : R^2 = Rt^2 : rT^2$.

Es iſt aber auch $V : v = Rt^2 : rT^2$, (IV.):

mithin $V : v = r^2 : R^2$.

§. 160.

III. Hauptſatz. Wenn der Körper in einem Zirkel bewegt wird, muß die Tangentialgeſchwindigkeit jener gleich ſeyn, welche er durch die allezeit gleiche Schwere erhalten würde, wenn er in gleichförmig beſchleunigter Bewegung durch den halben

Ra-

Radius gegen ſeinen Schwerepunkt hinfiele (F. IX.).

Es ſey der Mittelpunkt c, der Radius ca, die kleine Zeit, in der durch die Schwere der Raum ed gemacht würde, $= t$, die Geſchwindigkeit, welche der Körper durch den kleinen Raum erhält, $= c$, die Tangentialgeſchwindigkeit $= C$, und die Zeit, in welcher dieſe Geſchwindigkeit durch die Schwere erhalten würde, $= T$, und endlich der Raum, den der Körper machen müßte, bis er dieſe Geſchwindigkeit erhielte, $= x$.

1.) Weil in der beſchleunigten Bewegung noch ſo großer Raum gemacht würde, wenn der Körper mit der endlichen Geſchwindigkeit gleich lang und gleichförmig wäre bewegt worden; ſo iſt

$$c : C = 2de : eb.$$

Weil aber $de = \frac{eb^2}{ae}$ (§. 159.) $= \frac{eb^2}{2ec}$ und $2de = \frac{eb^2}{ec}$;

iſt $c : C = \frac{eb^2}{ec} : eb$,

$$= eb^2 : eb . ec,$$

$$= eb : ec.$$

2.) Da ferner in einer einförmig beſchleunigten Bewegung ſich die Geſchwindigkeiten, wie die Zeiten verhalten, iſt

$$t : T = c : C$$

$$T = \frac{Ct}{c}.$$

3.) In der gleichförmigen Bewegung verhalten ſich auch die Räume, wie die Zeiten; mithin, wenn die endliche Ge-

ſchwindigkeit die ganze Zeit über gleichförmig geweſen wäre, würde $t : T = eb : 2x$

$$t : \frac{tC}{c} = eb : 2x \quad \text{(n. 2.)}$$

mithin $tc : tC = eb : 2x$

$$c : C = eb : 2x;$$

da nun $c : C = eb : ec;$

würde $eb : ec = eb : 2x$

also $2x = \frac{eb \cdot ec}{eb}$

$$2x = ec$$

$$x = \frac{ec}{2}.$$

I. Es kann alſo kein Zirkel beſchrieben werden, ohne daß

1.) Die Centralkraft auf die Tangentialkraft ſenkrecht wirke (§. 158. V.),

2.) Die Tangentialgeſchwindigkeit jener gleich ſey, die in einer einförmig beſchleunigten Bewegung durch den halben Radius erreicht würde.

II. **Die Zeit, in welcher die Peripherie des Zirkels in gleichförmiger Bewegung von dem Körper durchgelaufen wird, verhält ſich zur Zeit, in welcher der halbe Radius mit einförmig beſchleunigter Bewegung durchgelaufen würde, wie die Peripherie zum Radius.** Denn wenn der Körper mit jener Geſchwindigkeit wäre gleichförmig bewegt worden, welche er durch den halben Radius am Ende würde erhalten ha-

haben, hätte er den ganzen Radius durchgelaufen. Nun aber die Bewegung in der Peripherie iſt allemal gleichförmig.

* Aus dieſen läßt ſich nun leicht beſtimmen, welch eine Geſchwindigkeit nach der Tangentialrichtung einem Planeten müßte ertheilet werden, wenn er einen vollkommenen Zirkel beſchreiben ſollte. Nur ſeine Entfernung vom Schwerepunkte und die Centralkraft müßte bekannt ſeyn. Auf dieſe Weiſe iſt beſtimmt worden, daß, wenn ein Körper auf der Erde nach horizontaler Richtung mit einer Geſchwindigkeit fortgeworfen würde, welche in der Zeit $= 1''$. 291908 Zoll machte, er um die Erde einen Zirkel beſchreiben würde, so, daß ſeine periodiſche Zeit $106'$ gleich wäre. Doch kömmt hier weder der Widerſtand der Luft, weder die Maſſe des bewegten Körpers mit in die Rechnung. Denn in dieſem Falle muß die Formel $V = \frac{R}{T^2}$ (§. 140. I.) in dieſe $V = \frac{MR}{T^2}$ umgeändert werden; und nur dieſe Formel kann dienlich ſeyn, die Verſuche, welche von Centralkräften mit Maſchinen gemacht worden, richtig zu erklären, weil in dieſen nothwendig auf die Maſſe muß geſehen werden.

** Auf dieſe Sätze (§§. vorgeh.) iſt die Aſtronomie gebaut. Ja ſelbſt die Beweiſe von der Ellips als der Laufbahne andrer Planeten gründen ſich auf dieſe Grundlehren. Deßwegen hab ich ſie näher entwickeln, und den Anfängern hiedurch zeigen wollen, wie auch von entfernten Körpern wichtige Wahrheiten ſind aufgedeckt worden. Nun wäre noch übrig von der Ellips zu beweiſen,

I. Daß ſich die Centralkraft in jedem Punkte verkehrt wie die Quadratentfernung vom Schwerepunkte verhalte, $V = \frac{1}{D^2}$.

 II. Und

II. Und alſo verhalten müſſe auch in verſchiedenen Ellipſen, wenn die Quadrate der periodiſchen Zeiten, wie die Cubi der Entfernungen ſind, das iſt wenn $T^2 : t^2 = D^3 : d^3$.

III. Und umgekehrt; wenn

$V : v = \frac{1}{D^2} : \frac{1}{d^2}$, ſo ſind $T^2 : t^2 = D^3 : d^3$.

IV. Endlich welche Geſchwindigkeit nach der Tangentialrichtung erfordert werde, daß eine Ellips, und keine Parabel, und keine Hyperbel beſchrieben werde. Allein weil dieſe Sätze ohne höhere Geometrie nimmer leicht mögen bewieſen werden, dieſe aber von wenigen in die Naturlehre mitgebracht wird; ſo verweiſe ich die wenigen auf Paul Friſius L. I. de grav. univerſ. und Boſckowicks Diſſertat. und erbiete mich aus dieſen jedem meiner Schüler ins beſondere zu erklären, was er immer verlangen wird.

Von dem Auf = und Zuſammenſtoſſen der Körper,

nicht elaſtiſcher Körper.

§. 161.

Erklärungen. I. Weil die Ruhe der Körper aus gegenſeitiger gleicher Wirkung nach gerad entgegengeſetzten Richtungen entſteht, kann kein Zweifel ſeyn, daß auch ein ruhender Körper auf den andern wirke. Dieſe Art von Wirkung

kung ruhender Körper heißt **Druck.** II. Wirkt ein bewegter Körper auf einen entgegengeſetzten, heißt dieſe verſchiedene Art von Wirkung **Stoß.** III. Der Stoß iſt entweder ein **ſenkrechter**, oder ſchiefer, nachdem die Richtung des wirkenden Körpers auf den andern oder ſenkrecht, oder ſchief ſeyn dürfte. IV. Ferners wenn der Körper (auf den ein anderer bewegter wirkt), oder ruht, oder in einer dem Stoße entgegengeſetzten Richtung bewegt wird; **ſtoſſen ſie zuſammen.** Sind aber die Richtungen des Stoſſes und der Gegenwirkung nicht einander entgegengeſetzt, **ſtoßt** der erſte **auf** den andern.

§. 162.

Verſuche. I. Wenn ein Körper von verſchiedenen Höhen auf einen andern auffällt; ſteht ſeine Wirkung allemal mit der Höhe in einem Verhältniſſe, z. B. die nämliche Kugl von Bley macht von einer merklichern Höhe allemal eine größere Grube in den Thon. II. Läßt man von gleicher Höhe mit gleicher Geſchwindigkeit im luſtleerem Raume zween Körper von ungleicher Maſſe auf einen weichen Körper auffallen, höhlt die größere Maſſe allemal eine größere Grube aus.

Folgeſätze. I. Der Stoß ſteht mit der Geſchwindigkeit im Verhältniſſe. Denn die verſchiedene Höhe kann nichts in der **Maſſe**, wohl aber in der **Geſchwindigkeit** ändern.

II. Indeſſen **bleibt der Stoß dennoch auch mit der Maſſe proportional**, (Verſ. II.).

III. Die Größe des Stoſſes gleicht alſo dem Produkte aus der Geſchwindigkeit, und der Maſſe.

* Muß man aber die einfache Geſchwindigkeit, oder ihr Quadrat berechnen? Fürs erſte war Cartes, fürs letzte Leibnitz. Leibnitzens Beweis war folgender:

„ Die Urſache verhält ſich allemal wie ihre Wirkung; „ nun die Wirkung iſt dem Quadrate der Geſchwindig„ keit gleich; mithin auch die Urſache, das iſt, die Größe „ der Bewegung.„ Den Mittelſatz beweißt er durch Verſuche (*a*); ich wähle einen einzigen, mit dem die übrigen ſo ziemlich gleich ſind.

„ Es ſeyn zween Körper von gleichem Innbegrif. „ Das Gewicht des einen A ſey = 1, des andern B „ = 4. Wenn der Körper A von einer Höhe = 4, „ und der Körper B von einer Höhe = 1 auf einen wei„ chen Thon herabfallen, wird die Größe der Bewegung „ im Körper A = 2, und im Körper B = 4 ſeyn, und „ dennoch höhlen ſie gleiche Gruben aus. Mithin iſt ihre „ Wirkung gleich; alſo muß auch die Größe der Bewe„ gung gleich ſeyn. Nun aber die Größe der Bewegung „ kann wohl nimmer gleich werden, wenn man ſie nicht „ aus dem Quadrate der Geſchwindigkeit berechnet.

§. 163.

Wenn die Wirkungen des bewegten Körpers ſich wirklich wie das Produkt aus der Maſſe und dem Quadrat der Geſchwindig-

---

(*a*) Act. Acad. Petropol. T. 1. Clar. Hermann.

digkeit verhielten, könnte man dennoch nicht mit Richtigkeit folgern, daß die Größe der Bewegung eben dieſem Produkte gleich ſey. Als eine Wirkung der beſchleunigten Bewegung können die Räume, ſo der Körper durchläuft, angeſehen werden; nun aber dieſe wachſen, wie die Quadrate der Zeiten, obſchon die Geſchwindigkeit mit der Zeit die nämliche Proportion hat (§§. 137. 138.). Ein gleiches verſteht ſich von der abnehmenden Bewegung. Aber in dem Stoſſe? Auch aus dieſer Wirkung kann nicht richtig für das Quadrat geſolgert werden. Wenn die Geſchwindigkeit = 2 des Körpers A noch ſo lange wirkt, als die Geſchwindigkeit = 1 des Körpers B, muß die Wirkung nicht nur = 2, ſondern = 4 ſeyn. Sie wirkt aber noch ſo lange: denn im Stoſſe verhält ſich Wirkung und Zeit, wie in der einförmig abnehmenden Bewegung; in der ein Körper, wenn er mit einer Geſchwindigkeit = 2 in die Höhe geworfen wird, einen Raum = 4 macht, und jener, der die Geſchwindigkeit = 1 erhält, gleichfalls den Raum = 1 durchlauft (§. 141. I. II. III,).

I. Die Größe der bewegung wird alſo mit Rechte dem Produkte aus der Maſſe und der Geſchwindigkeit gleich angeſetzt. Q = MC. Dieſer Folgeſatz iſt in gegenwärtiger Materie der I. Hauptſatz.

II. Wenn zugleich auf die Zeit geſehen wird, iſt auch in jeder einzelnen Zeit die Wirkung, wie eben dieſes Produkt; gleichwie die Geſchwindigkeit in einer unendlich kleinen Zeit dem Raume gleicht.

§. 164.

§. 164.

II. **Hauptſatz.** **So oft ein bewegter Körper A auf den andern B aufſtößt, verliehrt der Körper A allemal ſo viel von ſeiner Geſchwindigkeit, als er dem Körper B mittheilt.** Denn die Mittheilung der Geſchwindigkeit durch den Stoß iſt eine Wirkung der Kräften (§. 5. II.), und zwar der zurücktreibenden (ebendaſ. V.). Nun aber die Wirkung der zurücktreibenden Kräften iſt gegenſeitig, und der auf ſie zuſtoſſenden gleich; nur mit dem Unterſchiede, daß die gegenſeitigen Kräften des Körpers B der Bewegungsrichtung des Körpers A in der geraden Linie, die Kräften des Körpers A hingegen der Bewegungsrichtung des Körpers B gar nicht entgegen geſetzt ſind. Mithin muß in dem Körper A eben ſo viel Geſchwindigkeit verloren gehen, als den Körper B mitgetheilet wird (§. 23. IV.).

Folgeſätze. I. Von dem Aufſtoſſen der nicht elaſtiſchen Körper in ſenkrechter Richtung.

I. **Wenn durch das Aufſtoſſen des nicht elaſtiſchen Körpers A der gleichfalls nicht elaſtiſche Körper B in eine Bewegung verſetzet wird, müſſen beede nach dem Stoſſe einerley Geſchwindigkeit haben.** Denn die Geſchwindigkeit des Körpers A nach dem Stoſſe kann nicht größer ſeyn, als jene des Körpers B; denn ſonſt würde der Stoß nach dem Uebermaß der Geſchwindigkeit immer ſortgeſetzet werden: nicht kleiner; ſonſt würde dem

Körper B mehr Geſchwindigkeit mitgetheilet werden müſſen, als der Körper A verlohren hat.

II. **Die Größe der Bewegung nach dem Stoſſe iſt jener vor dem Stoſſe gleich.** Denn der Körper B erhält ſo viel von Geſchwindigkeit, als A verliehrt.

III. **Iſt der Körper B, auf den der Körper A ſtößt, ſchon vorhin in einer Bewegung nach der nämlichen Richtung mit dem Körper A; enſteht der Stoß durch das Uebermaß von Geſchwindigkeit, die im Körper A einen höhern Grad als im Körper B behauptet.** Denn die gleiche Geſchwindigkeit macht die Annäherung und den Stoß ſelbſt unmöglich.

IV. **Die gemeinſchaftliche Geſchwindigkeit nach dem Stoſſe wird gefunden, wenn die ganze Größe der Bewegung durch die Summe der Maſſen getheilet wird.** Denn wenn ich ein Produkt durch den einten Factor theile, erhalte ich den andern. Nun aber die Größe der Bewegung iſt = MC, und jener nach dem Stoße gleich (II.). Hierzu dienet folgende allgemeine Formul $C = \frac{MC + mc}{M + m}$; in welcher die größern Buchſtaben die Maſſe und Geſchwindigkeit des Körpers A, die kleinern jene des Körpers B ausdrücken.

V.

V. Wenn die Maſſe des ruhenden Körpers B ſehr groß, und mithin die Geſchwindigkeit $C = \frac{MC + mc}{M + m}$ nimmer merklich iſt; kann auch keine merkliche Bewegung folgen.

§. 165.

Fernere Folgeſätze. II. Vom Zuſammenſtoſſen nicht elaſtiſcher Körper in ſenkrechter Richtung.

I. **Stoſſen zween Körper mit gleicher Größe der Bewegung zuſammen; entſteht keine Bewegung.** Denn die vorige Geſchwindigkeit iſt der Wirkung des zuſammenſtoſſenden Körpers **gleich**, und in einer geraden Linie **entgegen geſetzt.**

II. **Stoſſen ſie aber mit ungleicher Größe der Bewegung in einer geraden Linie zuſammen, muß ſich die Wirkung ſo verhalten, als wenn der Körper A, deſſen Bewegung größer iſt, mit dem Uebermaß allein bewegt würde, und der Körper B ruhete.** Denn in ſo weit die Bewegungsgröße gleich iſt, iſt die Ruhe nothwendig, und die Bewegung unmöglich

III. **Es muß ſich alſo nach dem Zuſammenſtoſſen in betref des Uebermaßes alles ſo verhalten, wie im Aufſtoſſen** (§. vorg.);

IV. Mithin findet man die gemeinſchaftliche Geſchwindigkeit, wenn das Uebermaß der größern Bewegung durch die Summe der Maſſen getheilet wird $C = \frac{MC - mc}{M + m}$.

V. Die

V. Die Formul dienet alſo mit dieſem Ausdrucke $\left(C = \frac{MC \pm mc}{M + m}\right)$ für beede Fälle.

§. 166.

Folgeſätze. III. Vom ſchiefen Auf- und Zuſammenſtoſſen.

I. Auch auf das ſchiefe Auf- und Zuſammenſtoſſen paſſen alle bisherige Sätze, wenn nur nicht die ganze Gewalt (Fig. II.) = DC ſondern nur die ſenkrechte DA mit in die Rechnung kömmt; denn nur dieſe wirkt auf den Körper, der der Gegenſtand des Stoſſes iſt.

II. Der aufſtoſſende Körper wird alſo nach der Richtung AB mit einer Geſchwindigkeit AC = CB bewegt werden, wenn der geſtoſſene Körper unbeweglich iſt (§. 164. V.).

III. Iſt aber der geſtoſſene Körper beweglich, muß er nach der Richtung DA bewegt werden, mit einer Geſchwindigkeit $= \frac{MC}{M + m}$; in welcher Formul C nicht die ganze Geſchwindigkeit ausdrückt, ſondern nur jene, die ſich zur ganzen verhält, wie DA : DC (§. 145.). 2.) Der aufſtoſſende Körper aber wird ſich aus einer zuſammengeſetzten Bewegung aus CB = AB und der neuen Geſchwindigkeit nach der Richtung FC = DA fortbewegen.

* Für

* Für jedem Falle ein Beyſpiel.

1.) Die Maſſa des Körpers A ſey $= 6 = M$, ſeine Geſchwindigkeit $= 5 = C$; die Größe der Bewegung wird alſo $= MC = 6 \cdot 5 = 30$ ſeyn. Wenn die Maſſe des Körpers $B = 4 = m$ iſt, wird $\frac{MC + mc}{M + m} = C = \frac{30 + 0}{10} = 3$ ſeyn. Nun $3 \cdot 6 + 3 \cdot 4 = 30$, d. i. nach dem Stoſſe iſt die nämliche Größe der Bewegung (§. 164. II. IV.).

2.) Stoſſe der Körper A, deſſen Maſſe $= 3$, mit der Geſchwindigkeit $= 4$ auf den Körper B, deſſen Maſſe gleichfalls $= 3$, und die Geſchwindigkeit nach einerley Richtung $= 2$; ſo wird die Größe der Bewegung vor dem Stoſſe $= MC + mc = 12 + 6 = 18$; die Geſchwindigkeit nach dem Stoſſe $= \frac{MC + mc}{M + m} = \frac{18}{6} = 3$, die ganze Größe der Bewegung $= 9 + 9 = 18$ ſeyn.

3.) Stoſſen zween Körper A und B in gerader Linie zuſammen; die Maſſe von A ſey $= 6$, die Geſchwindigkeit $= 3$. Die Maſſe B ſey $= 3$, die Geſchwindigkeit $= 6$. Vor dem Stoſſe iſt in beeden die Größe der Bewegung $= 18$. Die gemeinſchaftliche Bewegung nach dem Stoſſe iſt $= \frac{18 - 18}{9} = 0$ (§. 165. I.). Im Gegentheile ſey $M = 4$, $C = 9$, $m = 3$, $c = 5$; ſo wird die gemeinſchaftliche Geſchwindigkeit nach der nämlichen Richtung $= \frac{4 \cdot 9 - 3 \cdot 5}{4 + 3} = 3$ ſeyn.

4.) Wenn endlich der Körper A, deſſen $M = 3$, $C = 5$ auf den Körper B von einerley Maſſe unter einem ſolchen Winkel FDC (Fig. II.) ſtoſſet, daß der Radius DC zum Sinus $FC = 5 : 3$ ſey: wird die ganze Bewegung

DC zur ſenkrechten DA ſich = 15 : 9 verhalten. Mithin wird die Größe der Bewegung = 9, und die Geſchwindigkeit des Körpers nach der Richtung DA = $\frac{9}{6}$ = 1 + $\frac{1}{2}$ ſeyn. Es muß alſo die Größe der Bewegung des Körpers B nach der Richtung DA ſeyn = 4 $\frac{1}{2}$. Eben dieß gilt von der Bewegungsgröße des Körpers A nach der nämlichen Richtung, außer daß er wegen einer andern Gewalt nach der Richtung AB eine Diagonal beſchreibt, deſſen Seite die Linie 1 + $\frac{1}{2}$ DA und AC ausmachen. Iſt aber der Körper B unbeweglich, wird die ganze Geſchwindigkeit = AD = 3 getilget ſeyn, und der Körper A ſich von C in B bewegen.

Vom Auf= und Zuſammenſtoſſen elaſtiſcher Körper.

§. 167.

Hauptſatz. Bey dem Auf= und Zuſammenſtoſſen der elaſtiſchen Körper muß die Wirkung allezeit noch ſo groß ſeyn, als bey den nicht elaſtiſchen Körpern, d. i. jeder Grad von Geſchwindigkeit, mit welch einer Richtung er immer in den nicht elaſtiſchen oder erhalten, oder verlohren wird, verdoppelt ſich in den elaſtiſchen. Denn da die elaſtiſchen Körper die abgeänderte Figur mit eben jener Kraft, mit der ſie iſt abgeändert worden, wieder herſtellen, und in Herſtellung der Figur nach der nämlichen Richtung wirken, nach welcher ſie in der Abänderung gewirket haben,

muß

muß die Wirkung in elaſtiſchen Körpern noch einmal ſo groß werden, als in den nicht elaſtiſchen.

* Mehrere Deutlichkeit auf dieſe Materie zu verbreiten, verſuche ich es die Weiſe zu erklären, wie dieſe Mittheilung der Geſchwindigkeit einerſeits, und ihr Verlurſt andrerſeits vorgehen därfe.

1.) Es falle ein vollkommen elaſtiſcher Körper auf einen andern unbeweglichen und vollkommen harten Körper auf, mit der Bewegungsgröße = 12, daß alſo M = 2, und C = 6 ſey.

a) So bald der Körper in jene Entfernung kömmt, in der die zurücktreibende Kraft zu wirken anfängt, muß ein Grad der Geſchwindigkeit verlohren gehen; und wenn dieſer der einzige wäre, würde der Körper ruhen.

b) Da aber noch 5 Grad von der Geſchwindigkeit übrigen, nähert ſich der Körper, und die zurücktreibende gegenſeitige Kräften vermehren das Zuſammendrucken, und zwar mit einer Gewalt = 2, weil die Kräften in kleinern Abſtänden wachſen (§. 11.). Mithin iſt der neue Verlurſt von Geſchwindigkeit = 2. Auch in dieſer unendlich kleinen Zeit würde der Körper ruhen, wenn nicht noch die Geſchwindigkeit = 3 übrig wäre.

c) Es wächſt alſo das Zuſammendrucken in Proportion mit der Geſchwindigkeit = 3, und iſt der ganze Verlurſt von Geſchwindigkeit = 6, obgleich in der zwoten 2, in der dritten 3 verlohren giengen.

d) Weil der Körper Schnellkraft im vollkommenſten Grade inne hat, wirkt dieſe Kraft im Zuſtande des größeſten Zuſammendruckes wie 3, im mittlern wie 2, und im erſten Zuſtande wie 1. Es wird alſo die vorige Figur hergeſtellt.

e) Fer-

e) Ferners weil der gegenſeitige Körper unbeweglich und vollkommen hart iſt, muß die ganze Gewalt auf den zuſammengedrückten Körper verwendet, und, weil die elaſtiſche der zuſammendrückenden Gewalt gleich iſt, die vorige Geſchwindigkeit herfürgebracht werden, obgleich in einer Richtung, die der vorigen gerad entgegen geſetzt iſt.

f) Eben darum wird die Bewegung ſo lange **beſchleunigt** werden, bis die vorige Figur vollkommen hergeſtellt iſt.

2.) Wenn wir jetzt den nämlichen Körper mit der nämlichen Geſchwindigkeit auf einen andern gleichfalls unbeweglichen aber elaſtiſchen Körper auffallen laſſen,

a) **Werden beyde Körper ihre Figur ändern, doch keiner nach Maaß der ganzen Bewegung.** Denn die Abänderung der Figur iſt eine Wirkung des Stoſſes. Wenn nun die Figur von **beyden** Körpern eben jene Aenderung erfuhr, die im vorigen Falle bey dem auffallenden Körper **allein** vorgegangen, würde die Wirkung größer als ihre Urſache ſeyn.

b) Mithin muß jeder nur nach der halben Bewegungsgröße zuſammengedrückt werden.

c) Der auffallende Körper kann alſo durch ſeine Schnellkraft nur die halbe Geſchwindigkeit zurück erhalten, weil ſein Zuſammendrucken nur der halben Geſchwindigkeit gleicht.

d) Es iſt aber auch der Körper B zuſammengedrückt. Mithin **hindert** er nicht nur, daß ſich der Körper A gegen ihn nicht ausdehne, ſondern **theilt** ihm auch durch ſeine Schnellkraft die andere Helfte der Geſchwindigkeit mit.

e) Der

e) Der Körper A muß alſo mit der nämlichen Geſchwindigkeit zurückkehren, mit der zuvor ſein Auffallen bewirkt ward.

f) Da ſich dieſe Erklärung auf andere Fälle ohne Mühe anwenden läßt, wird nachſtehenden

Folgeſätzen die Richtigkeit nimmer abgeſprochen werden.

I. **Wenn ein elaſtiſcher Körper auf einen unbewegiichen oder vollkommen harten oder gleichfalls elaſtiſchen in perpendikulärer Richtung auffällt, wird er mit der nämlichen Geſchwindigkeit nach der ſenkrechten Richtung zurück gehen.** Denn wenn er **weich** wäre, würde er nach getilgter Geſchwindigkeit ruhen. Nun aber in elaſtiſchen Körpern muß nach dem Zuſammendrucken in einer entgegengeſetzten Richtung der vorige Grad der Geſchwindigkeit hergeſtellt werden, und alſo der Körper mit ſelber zurückprellen.

II. **Stößt ein elaſtiſcher Körper A auf einen andern ruhenden B von gleicher Maſſe, wird A ruhen, und B mit der Geſchwindigkeit des Körpers A bewegt werden.**

III. Sind aber die Maſſen verſchieden, laſſen ſich nach der allgemeinen Formul $C = \frac{MC + mc}{M + m}$ und nachdem im gegenw. §. angegebenen Theoreme verſchiedene Fälle erklären. Beyde Körper werden **bald** nach einer Richtung doch mit un=

ungleicher Geſchwindigkeit fort bewegt werden, **bald** wird der auffallende zurücke tretten.

IV. Stößt der Körper A auf einen gleichfalls elaſtiſchen B, der zwar von gleicher Maſſe iſt, aber mit einer kleinern Geſchwindigkeit bewegt wird, werden ſie nach dem Stoſſe mit veränderter Geſchwindigkeit bewegt werden. (§. 164. III.)

V. Sind aber die Maſſen verſchieden, wird das Uebermaaß der Bewegung allein die Verſchiedenheit der Wirkungen beſtimmen.

VI. **Im Zuſammenſtoſſen** wenn die Maſſen und Geſchwindigkeiten oder gleich, oder vom verkehrten Verhältniſſe ſind, gehen die Körper mit der vorigen Geſchwindigkeit zurücke. 2.) Sind die Maſſen gleich, und die Geſchwindigkeiten ungleich, weichen die Körper mit verwechſelten Geſchwindigkeit zurücke. 3.) Sind aber Maſſen und Geſchwindigkeiten zugleich verſchieden, ergeben ſich mehrere verſchiedene Fälle, die ſich nach den Geſetzen (§§. 165. 166.) leicht beſtimmen laſſen.

VII. **Stößt ein elaſtiſcher Körper auf einen harten, oder gleichfalls elaſtiſchen doch unbeweglichen Körper ſchief auf, wird er unter einem gleichen Winkel mit gleicher Geſchwindigkeit zurück prellen.** Wären die Körper nicht elaſtiſch, ſo würde der ſchief auffallende nach dem Stoſſe (Fig. II.) in der Richtung = CB mit der Geſchwindigkeit AC = DF bewegt werden (§. 166. I.); die Schnellkraft muß ihm alſo noch eine andere Beſtimmung nach der Richtung CF = AD verſchaffen, ſo, daß die Diagonal CG ſeinen Weg auszeichnet. Dieſe Diagonal gleicht der Linie CD

und der Winkel GCB dem Winkel DCA; denn die Dreyecke GCB und DCA haben zwo Seiten und die eingeſchloſſenen Winkel B und A gleich; mithin iſt die Geſchwindigkeit CD = CG, und der Auffallungswinkel = dem Reflexionswinkel.

VIII. Iſt aber der Körper B, auf den der Stoß geſchieht, ein beweglicher von gleicher Maſſe, wird der Körper A nach der vorigen, B aber nach der Richtung AD mit der Geſchwindigkeit AD bewegt werden. 2.) Sind aber die Maſſen ungleich, wird der Körper B mit verſchiedener Geſchwindigkeit nach der Richtung AD fortgehen, und der Körper A unterſchiedliche theils Richtungen, theils Geſchwindigkeiten erhalten; weil, obgleich die Beſtimmung CB die nämliche bleibt, dennoch die ſenkrechte als die zwote Beſtimmung nach Verſchiedenheit der Maſſe ſehr verſchieden ſeyn muß (§. 166. III.).

* Die Richtigkeit dieſer Geſetze leidet eine doppelte Einſchränkung, einmal; weil eine vollkommene Schnellkraft in der Natur nicht exiſtirt, und hernach, weil der Widerſtand der Luft und andere Hinderniſſen einen Ausnahm machen: eben darum ſind die Verſuche mit dieſen Geſetzen nicht vollkommen eins.

Von der Bewegung in einem Mittelkörper.

§. 168.

Wenn der Körper ſeine Bewegung in einem Raume macht, der mit einem flüßigen Körper angefüllt iſt; heißt das eine **Bewegung in einem Mittelkörper** (in medio).

§. 169.

Hauptſatz. In einem ſolchen Raume kann keine Bewegung eines andern Kör-

Körpers vorgehen, ohne daß 1.) die Theile des Mittelkörpers getrennet, und ſelbſt 2.) in Bewegung verſetzt werden. Der Beweis liegt in der Sacherklärung von Bewegung und Mittelkörpern.

Folgeſätze, wenn der Mittelkörper ruht, und von ſelbſt keine eigene Bewegung hat.

I. Die Geſchwindigkeit der Bewegung muß in einem gleichen Mittelkörper immer abnehmen. Denn ſowohl die Kräften des Zuſammenhanges als die Zurücktreibenden des Mittelkörpers wirken der Bewegung des andern Körpers entgegen; mithin muß immer ein Grad der Geſchwindigkeit, der Gegenwirkung gleich, verlohren gehen (§. 23. IV. §. 141.).

II. Der Widerſtand des Mittelkörpers, und folglich der Verlurſt von Geſchwindigkeit ſteht mit der Dichtigkeit des Mittelkörpers im Verhältniſſe. Denn je dichter der Körper, deſto größere Gewalt braucht es, ihn in Bewegung zu ſetzen.

III. Aus eben dieſem Grunde wächſt der Widerſtand auch mit den Kräften des Zuſammenhanges, der ſowohl dem bewegten Körper mit dem Mittelkörper, als deſſen Theilen unter ſich eigen iſt. Denn auch dieſer muß überwunden werden.

IV. Der Widerſtand des Mittelkörpers hat auch mit der Oberfläche ein Ver-

 hält-

hältniß, mit welcher der bewegte Körper immer auf den Mittelkörper wirkt. Denn die Oberfläche beſtimmt die Größe der zu bewegenden Maſſe des Mittelkörpers, und den Zuſammenhang, der getrennet werden muß.

V. **Der Widerſtand iſt auch mit der Geſchwindigkeit der Bewegung in einem Verhältniſſe.** Denn die Maſſe des Mittelkörpers, die in einer gegebenen Zeit in Bewegung verſetzt werden muß wächſt wie die Geſchwindigkeit.

VI. **Wahrſcheinlicher Weiſe iſt das Quadrat der Geſchwindigkeit der Verhältnißpunkt.** Denn auch die Maſſe muß in der nämlichen Proportion, in der ihre Größe anwächſt, geſchwinder bewegt werden.

* Aus dieſen Geſetzen läßt ſich unſchwer erklären,

1.) Warum ein Pendel, das Rädchen in der Uhr ſich im luftleeren Raume fertiger bewege,

2.) Warum jeder Körper mit der nämlichen Geſchwindigkeit in eben demſelben luftleeren Raume herunterfalle,

3.) Warum in Bewegung der himmliſchen Körper nicht auf ihren Innbegrif geſehen werden dürfe,

4. Warum die in der Luft beſchleunigte Bewegung endlich gleichförmig werde, und ein Regentropfen ſchneller als der Sneeflocke herabfalle, wenn gleich die Höhe beederſeits gleich wäre,

5.) Warum gleiche Maſſe von Bley oder Eiſen, wenn ſie ungetheilt iſt, von gleicher Pulverkraft weiter hinausgeworfen werde, als die getheilte,

6.) Warum eine Kanonkugel, die in 1″ in der Richtung der Schwere allein 15 Sch. 1. z. 1 $\frac{4}{9}$ L. machte, lange nicht ſo weit herunter falle, wenn ſie in horizontaler Richtung fortgeſchoſſen wird, und endlich

7.) Warum

7.) Warum kleine Erdtheilchen ꝛc. in der Luft ſich halten können, und ſchwerere Körperchen in einem flüßigen aber leichtern Körpern nicht untergehen.

§. 170.

Folgeſätze, wenn der Mittelkörper ſchon für ſich eine Bewegung hat.

I. Wenn die Bewegung des Mittelkörpers mit der Bewegung des andern Körpers einerley Richtung und Geſchwindigkeit hat, wird die Bewegung des Mittelkörpers jene des andern Körpers noch verſtärken, noch hemmen.

II. Iſt aber die Bewegung des Mittelkörpers dem andern Körper gerade entgegen, ſo kömmt zur vorigen Hinderniß (§. 169.) noch die Geſchwindigkeit des Mittelkörpers.

III. Hat aber die Bewegung des Mittelkörpers zwar mit dem andern Körper einerley Richtung, aber weniger Geſchwindigkeit, iſt der Widerſtand nur nach dem Uebermaaß der Geſchwindigkeit zu berechnen; mithin kleiner.

IV. Wird aber der Mittelkörper geſchwinder als der andere Körper nach einerley Richtung bewegt; muß er des andern Körpers Geſchwindigkeit einen Zuſatz geben, nach dem Uebermaaß der eignen Geſchwindigkeit.

V. Iſt

V. Iſt endlich die Bewegung des Mittelkörpers auf die Richtung der Bewegung des andern Körpers ſchief; macht dieſer die Diagonal eines Parallelograms, deſſen einte Seite die Bewegung des Mittelkörpers, und die zweyte die Bewegung des andern Körpers ausdrückt.

VI. Dieſe Diagonal wird oder eine ſtettig gerade, oder eine ſtettig krumme Linie werden, nachdem das Wirken jeder Kraft gleichförmig, oder ungleich ab und zunehmend iſt (§. 143. VI. VII.).

Von der gebrochenen Bewegung.

§. 171.

Wenn der bewegte Körper von der vorigen Richtung abweicht, und hernach wieder eine gerade Linie macht; heißt ſeine Bewegung eine gebrochene (motus refractus Fig. X.) 2.) Der Winkel, den die neue Richtungslinie mit der vorigen in Gedanken verlängerten Richtungslinie formirt, wird Refractions, Abweichungswinkel benamſet.

§. 172.

I. Hauptſatz. Geht ein ſphäriſcher Körper ſenkrecht in einen neuen Mittelkörper; kann zwar ſeine Geſchwindigkeit vermindert, aber ſeine Richtung nimmer gebrochen werden.

Das erſte geſchieht, wenn der neue Mittelkörper oder dichter, oder vom ſtärkern Zuſammenhange wäre; denn beydes

des vermehrt den Widerſtand, und vermindert die Geſchwindigkeit. Das zweyte iſt darum unmöglich, weil der Widerſtand immer nach der vorigen Richtung oder ab oder zunimmt.

* Hat der Körper keine ſphäriſche Figur, ſo kann das Auffallen der Oberfläche auch bey ſenkrechter Richtung ſchief ſeyn; und in dieſem Falle gilt nachſtehender

§. 173.

II. Hauptſatz. Geht der Körper aus dem vorigen Mittelkörper in einen neuen, der ſeiner Bewegung mehr widerſteht (§. 169.), ſchief über, wird ſeine Bewegung gebrochen, und weicht von der ſenkrechten Richtung merklicher ab. Denn die ſchiefe Bewegung gleicht der Diagonal eines Parallelograms, und die Diagonal erhält allemal eine andere Richtung; alsbald in einer Gewalt eine Aenderung vorgeht, die in der andern nicht erſcheint (§. 143. VII.). Nun aber dieß geſchieht im gegebenen Falle, ſo lange der Körper nicht ganz in den neuen Mittelkörper eingetretten iſt; denn in der ſenkrechten Richtung ſtößt der Körper auf den Mittelkörper mit einer größern Oberfläche als in der horizontalen. Mithin empfängt die ſenkrechte Bewegung mehr Widerſtand als die horizontale, oder, was eines iſt, die Bewegung wird von der ſenkrechten Richtung gegen die Horizontallinie gebrochen (fit refractio a perpendiculo).

* Ich erläutere den Beweis durch eine Figur (X.). Fängt eine Sphäre an in einen neuen mehr widerſtehenden Mittelkörper zu übergehen; wird der Widerſtand

nach

nach der ſenkrechten Bewegung z. B. = dem ganzen Bogen mon, und jener nach der parallelen = on dem halben Bogen ſeyn, und weil dieſes von allen Zirkelbögen gilt, wird der ſenkrechte Widerſtand allezeit noch ſo groß als der parallele ſeyn; bis der halbe Körper in den neuen Mittelkörper eingetretten iſt. Alsdenn wird der ſenkrechte Widerſtand ſich immer gleich bleiben, der horizontale aber wachſen, bis er dem ſenkrechten gleich wird, d. i. bis der Körper ganz im Mittelkörper verſenkt iſt.

* * Deutlichkeit halber habe ich einen ſphäriſchen Körper angenommen: hat der Körper ſelbſt eine unreguläre Figur, muß auch dieſe mit in die Rechnung kommen.

§. 174.

III. Hauptſatz. Verurſachet der neue Mittelkörper einen ſchwächern Widerſtand, wird die Bewegung allemal gebrochen, und die **Richtung weicht von der parallelen merklicher zur ſenkrechten ab.** Der Beweis und die Erklärung iſt der nämliche wie §. vorgeh. außer daß in dieſem Falle die parallele Bewegung mehr Widerſtand als die ſenkrechte erfährt.

Folgeſätze. I. Die Abweichungen von der vorigen Richtung, mithin auch der Abweichungswinkel, iſt um ſo viel größer, als kleiner der Auffallungswinkel. Denn bey einem kleinern Auffallungswinkel hält die Ungleichheit des Widerſtands länger an.

II. Je größer die Ungleichheit der Mittelkörper, in welche der Uebergang geſchieht

ſchieht, deſto größer iſt auch die Abweichung ſelbſt.

III. Iſt dieſe Verſchiedenheit des Widerſtandes ſtettig, muß die Abweichung von der vorigen Richtung eine krumme Linie beſchreiben (§. 143. VI. VII.).

IV. Und weil dieſe Verſchiedenheit in jedem Uebergange anhaltend iſt, macht der Körper beym Eintritte in den Mittelkörper eine krumme Linie; hernach eine gerade, alsbald die Ungleichheit des Widerſtands aufhört.

* In dieſer Erklärung liegt zwar ein Theilgrund, warum z. B. ein Fiſch unter dem Waſſer durchs Feuerrohr nicht getroffen wird, außer wenn man mit dem Schuß merklich unter dem Fiſche anträgt. Allein der andere Theilgrund wird ſich erſt aus der Erklärung des Lichts entwickeln.

II. Kapitel.

Von dem Gleichgewichte der feſten Körper.

§. 175.

Das Gleichgewicht überhaupt iſt eine Ruhe, welche aus gleichem Beſtreben nach gerad entgegengeſetzten Richtungen entſteht.

I. Alle ruhende Körper ſind im Gleichgewichte. Denn ihre Ruhe kann nur aus gleichem Beſtreben nach gerad entgegengeſetzten Richtungen entſtehen.

II. So

II. So lang alſo die Kräften ſich in gerader Linie entgegen wirken; bleibt alle Bewegung unmöglich.

III. Indeſſen können auch bewegte Körper in Ruckſicht auf die reſpective Ruhe im Gleichgewichte ſeyn. Denn der Begrif der reſpectiven Ruhe und der Begrif der Bewegung ſtehen wohl beyſammen.

§. 176.

Jenen Punkt des Körpers, um den alle Theile nach jeder geraden Linie im Gleichgewichte ſind, nennen wir den Schwerepunkt.

I. Ruht der Schwerepunkt; muß der ganze Körper ruhen; wird jener bewegt, kömmt auch dieſer in Bewegung.

II. Was den Schwerepunkt hält, muß den ganzen Körper halten.

III. Ich kann alſo die Schwere des ganzen Körpers gleichſam im Schwerepunkte concentrirt denken.

§. 177.

Der Punkt, auf dem der Schwerepunkt aufliegt, heißt Ruhepunkt; die Linie, nach der er ſich zu bewegen beſtrebt, oder, wenn kein Hinderniß zugegen, wirklich bewegt, iſt die Richtungslinie.

§. 178.

I. Zieht ſich die Richtungslinie noch durch den Unterſatz des Körpers; iſt das Um=

Umſtürzen des Körpers unmöglich; denn es können ſich weder die Theile des Körpers bewegen, weil ſie im Gleichgewichte ſind (§. 176.), noch der Schwerepunkt, weil ihn der Ruhepunkt zurück hält (§. vorg.).

II. Fällt aber die Richtungslinie über den Ruhepunkt hinaus, iſt das Umſtürzen nothwendig. Denn alle Urſachen des Nichtfallens bleiben weg.

* Dieſe zween Folgeſätze ſind oder blos vom Umfallen, oder auch von der Bewegung zu verſtehen; wenn man hinzu ſetzt: daß die Richtungslinie ſenkrecht durch den Unterſatz fällt.

** Aus dieſen läßt ſich mit Borellus erklären,

1.) Daß Thiere bey Aufhebung eines oder zween Füſſe nicht umfallen.

2.) Warum ſich unſer Körper vorwärts neige, wenn wir das Gewicht rückwärts tragen, und umgekehrt;

3.) Warum ſich die zweenfüßigen Thiere unten in einen breiten Raum ausdehnen;

4.) Warum wir, ohne den Fuß zurück zu ziehen, oder den obern Theil des Körpers vorwärts zu neigen, nicht vom Sitze aufſtehen können;

5.) Warum ein großes Gewicht unter dem Tiſch an einem gebogenen Drat hangen bleibt, wenn gleich nur das das Aeußerſte des Drats auf dem Tiſche aufliegt;

6.) Was den Seiltänzern die lange Stange in der Hand nütze;

7.) Warum ein leichter cylindriſcher Körper die geneigte Ebene hinaufſteige, wenn ihm nahe bey der Oberfläche Bley eingegoſſen wird u. d. m.

§. 179.

§. 179.

Eine gerade Stange hält über einem Unterſatze das Gleichgewicht, wenn die Maſſen beeder über dem Unterſatze hingehenden Theile M und m mit den Entfernungen ihres Schwerepunktes vom Ruhepunkte D und d gleiche Produkte formiren d. i. wenn MD = md.

Im Schwerepunkte läßt ſich die ganze Schwere als verſammelt denken. Nun aber bey dem Unterſatze iſt die Gewalt auf den Zuſammenhang allemal wie das Produkt aus dem angehängten Gewichte, und deſſen Entfernung (§. 72. u. 73.); mithin muß auch in unſerm Falle die Wirkung auf den Zuſammenhang dem Produkte aus der Schwere eines jeden Armes und ſeiner Entfernung gleich ſeyn. Folglich wenn beyde Producte einander gleich ſind, muß die Stange über dem Unterſatze das Gleichgewicht halten; weil beede Aerme, d. i., beede über den Unterſatz hingehende Theile mit gleichen Kräften nach gerad entgegen geſetzten Richtungen gezogen werden.

I. In einer gleichartigen Stange muß der Unterſatz in der Mitte angebracht werden, um ihr das Gleichgewicht zu verſchaffen; denn nur in der Mitte iſt MD = md (§. 73.).

II. In einer Stange, die ungleichartig iſt, kann das Gleichgewicht durch den Unterſatz in der Mitte nicht erhalten werden.

III. In einer gleichartigen Stange findet ſich der Schwerepunkt in der halben

Länge

Länge der Aerme, und zwar in jenem Punkte, in dem ſich die Horizontal- und Perpendicularflächen durchſchneiden.

* Aber in einer ungleichartigen Stange? — Auf gut mechaniſch den Schwerepunkt zu finden, darf man blos den Körper ſo lange auf dem Unterſatze hin und her ſchieben, bis er das gleichgewicht erhält; der Schwerepunct liegt alſo in jener Fläche, welche ſenkrecht über den Unterſatz ſteht. Mach ich dieſe Probe mit dem Körper nach verſchiedenen Richtungen; erhalt ich einen Punkt, in dem ſich alle Flächen durchſchneiden, und dieſer wird der Schwerepunkt ſeyn. — Allein eine allgemeine Regel zur Erfindung des Schwerepunkts angeben, läßt eben ſo hart, als richtig der obige Hauptſatz erwieſen iſt, wenn gleich die Anwendung ſchwer fallen dürfte.

§. 180.

Werden einer Stange, die für ſich ſchon das Gleichgewicht hält, zween Körper angehenkt, deren Gewichte mit ihren Entfernungen in umgekehrten Verhältniſſe ſtehen, halten auch dieſe das Gleichgewicht. Denn wenn $D : d = m : M$ ſind; wird auch $MD = md$ ſeyn.

I. An einer Stange, die über einem Unterſatze das Gleichgewicht hält, können gleiche Gewichter nur in gleichen, ungleiche nur in verkehrt berechneten Entfernungen ruhen.

II. Iſt

II. Iſt die Gewalt ſchief an den einten Arm der Stange gebracht; darf man nur auf die Richtung der Gewalt eine ſenkrechte Linie ziehen, um die Entfernung zu beſtimmen, welche in Betracht kommen muß.

III. Es muß alſo auch ein gerades Joch, welches mittels einer Achſe ſchief aufliegt, im Gleichgewichte ſeyn; wenn nur die beeden Aerme gleichartig und gleichlang ſind: oder wenn das Produkt MD des einen dem Produkte md des andern Armes gleich iſt. Denn in beeden Fällen wird die Wirkung auf den Zuſammenhang bey dem Unterſatze gleich ſeyn (Fig. XI.).

IV. Eben ſo bleibt das Gleichgewicht, wenn an einem dergleichen Joche gleiche Gewichter angehängt ſind. Denn von dieſem verſteht ſich alles, was vom Schwerepunkte geſagt worden.

V. So lange alſo eine Stange ſenkrecht auf die Hand gehalten wird, läßt ſie ſich ohne ſonderbare Mühe in der Höhe erhalten; wird ſie geneigt, wächſt die Beſchwerniß; biß ſie in der horizontalen Richtung den größten Grad erhält.

§. 181.

VI. Mithin behält das Theorem (§. vorg.) die vorige Richtigkeit, ob die Aerme der Stange in gerader Linie liegen, oder einen Winkel formiren; wenn nur die Gewichter auf beede Aerme ſenkrecht wirken (Fig. XII.). Denn in jedem Falle wirkt M und m auf den Zuſammenhang in c, wie das Produkt

dukt aus dem Gewichte und der Entfernung. Sind die Produkte gleich, wird der Arm ec von cb eben ſo ſtark, als cb von ec Mittels des Zuſammenhanges bey c gezogen werden, und folglich eine gegenſeitige Ruhe entſtehen.

§. 182.

VII. Wird aber das Gewicht m unter dem ſchiefen Winkel cbd angebracht, iſt es nur alsdenn mit M im Gleichgewichte, wenn m : M = ec : cd. Denn in dieſem Falle iſt die Wirkung von m auf c = m . cd; eben ſo, als wenn das Gewicht m an dem Arme cd in d angebracht wäre. Dieſes deutlich zu beweiſen nenne ich die abſolute Kraft von m = V, und die ſenkrechte = v.

Es wird alſo V : v = cb : cd ſeyn (§. 147.), weil ich mir eine ſchiefe Ebne denken kann. Mithin iſt V . cd = v . cb, d. i. das Produkt der reſpectiven Gewalt, mit der m auf c wirkt, in die Entfernung cb gleicht dem Produkte der ganzen Gewalt in die Entfernung cd.

Anwendung dieſer Sätze auf Maſchinen.

Vom Hebel insgemein.

§. 183.

Die Mechanik betrachtet den Hebel (vectis) als eine gerade, unbiegſame, nicht ſchwere Linie, die ſich um den Punkt auf dem ſie aufliegt (als ihren **Bewegungspunkt**) frey bewegen läßt. Das, worauf der Bewegungspunkt liegt, heißt **Unterſatz** (hypomochlion); der ſchwere Körper welcher

oder zu bewegen, oder im Gleichgewichte zu halten iſt, wird das **Gewicht** (pondus), jene Kraft, die angebracht wird, das Gewicht oder zu bewegen oder im Gleichgewichte zu halten, die Potenz (potentia) genennt.

§. 184.

Der Ort des Unterſatzes beſtimmt die Gattung des Hebels. Denn entweder iſt der Unterſatz zwiſchen der Potenz und dem Gewichte, oder das Gewicht zwiſchen dem Unterſatze und der Potenz, oder endlich die Potenz zwiſchen dem Unterſatze und dem Gewichte. Die Hebel von der erſten Gattung (primi generis) ſind **doppelarmichte**, jene von der zwoten und dritten Gattung (ſecundi & tertii generis) **einarmichte**.

§. 185.

Die Potenz in einem Hebel iſt wie das Produkt aus ihrer Kraft und Entfernung vom Ruhepunkte. Dieß Theorem kann der mathematiſchen Beweiſe gar leicht entrathen, nachdem wir aus phyſikaliſchen Gründen gezeigt haben, daß die Wirkung eines an einer Stange angehängten Gewichtes = PD ſeyn müſſe (§§. 179. 180.).

I. Die Potenz P hält das Gewicht M in der Ruhe, wenn das Produkt aus P und ihrer Entfernung D dem Produkte aus M, und ihrer Entfernung d gleich iſt, wenn PD = Md.

II. Im **Gleichgewichte** iſt alſo $P = \frac{Md}{D}$.

III. Iſt aber PD größer als Md folgt die **Bewegung**.

IV. Im

IV. Im Falle der Bewegung iſt die bewegende Potenz = PD — Md. Denn die Bewegung entſteht nur nach dem Uebermaaße der Potenz.

V. Iſt der Hebel ſelbſt ſchwer, muß auch dieſe Schwere auf die nämliche Art mit berechnet werden. (§. 179.).

VI. Weil die Entfernung der Potenz vom Ruhepunkte, oder, was eins iſt, die Länge des einten Arms, an dem die Potenz angebracht iſt, immer mag verlängert werden; **könnte auch die Potenz faſt ins Unendliche vergrößert werden**, wenn man nur für den Zuſammenhang des phyſikaliſchen Hebels gut ſtünde.

* Alles dieß läßt ſich auch auf die Hebel von der zwoten und dritten Gattung anwenden. Nur iſt zu merken, daß im Hebel von der letzten Gattung die Potenz eine kleinere Entfernung vom Unterſatze habe; folglich iſt die Vermehrung der Kraft (VI.) in dieſer nicht eben ſo wie in den zwo andern Gattungen zu erhalten.

** **Erklärung alltäglicher Beobachtungen**, wie

1.) **zween Träger**, die einen ſchweren Körper an einer Stange halten, ungleichen Druck vermerken, wenn das Gewicht von ihrer Hand oder Schulter ungleiche Entfernung hat; denn das Gewicht kann als der Unterſatz, die Hand aber als die Potenz betrachtet werden.

2.) Warum die Scheere einen Körper leichter theile, wenn oder er weniger von der Achſe entfernet, oder ihre Handhebe länger iſt.

3.) Wie auch ein Meſſer als ein Hebel kann betrachtet werden. u. ſ. w.

4.) Wie aus dieſen Gründen die Theorie der Waage, und Schnellwaage abgeleitet werde: von denen ich gleich mehr reden werde. Zuvor nur noch ein Wort von dem

Zuſammengeſetzten Hebel.

§. 186.

Ein zuſammengeſetzter Hebel iſt jener, in den allemal die Potenz mittels des vorgehenden Hebels auf den nachſtehenden ſo wirkt, wie das Gewicht iſt, mit dem die Potenz im vorgehenden Hebel das Gleichgewicht hielt.

I. **In dem zuſammengeſetzten Hebel gelten alle Geſetze des einfachen;** denn die Summe der Einfachen macht in der Verbindung einen Zuſammengeſetzten.

II. Die Potenz im Zuſammengeſetzten (Fig. XIII.) gleicht dem Produkte aus dem Gewichte und allen Entfernungen, getheilt durch das Produkt aller Entfernungen, $P = \frac{M.ac.de.fg}{ab.fe.gh}$ (§. 185. II.).

III. Iſt dieß Produkt dem Gewichte gleich, wird die Ruhe; iſt es größer, die Bewegung erfolgen.

Von der Waage, Schnellwaage.

§. 187.

Die gemeine Waage iſt ein Inſtrument von zween gleichen Aermen, welche nur alsdenn in horizontaler Richtung ſeyn können, wenn die an beeden Aermen von dem Ruhe und Schwerepunkte gleich weit abſtehende Körper vollkom=

kommen gleiches Gewicht haben. Zur Vollkommenheit der Waage wird erfordert,

I. Daß beede Aerme vollkommen in dem Gleichgewichte ſind,

II. Daß ſie vollkommen gleiche Länge haben.

* Daher muß man acht haben, daß nicht etwa bey Neigung der Waage dieſe gleiche Entfernung von dem Bewegungspunkte mittels einiger Hacken gehoben werde; weil ſonſt auch gleiche Gewichter in der ſchiefen Richtung ruhen müßten.

III. **Daß der Schwerepunkt unter dem Bewegungspunkte ſtehe.** Denn die Theile des Joches müſſen von ihm gleichweit entfernet ſeyn. Alſo muß er **1.) in der nämlichen Perpendiculärlinie ſeyn. 2.) Kann er der Bewegungspunkt** ſelbſt nicht ſeyn; denn ſonſt würde die Waage in ſchiefer Richtung auch bey gleichen Gewichtern ruhen. **3.) Kann er nicht ober dem Bewegungspunkt liegen.** Denn in dieſem Falle wäre alle Ruhe unmöglich, und die Waage würde bey der geringſten Ungleichheit der Gewichter überſchnellen, und alſo unbrauchbar werden. **4.) Mithin muß er unter dem Bewegunzspunkte zu ſtehen kommen.**

IV. **Wenn auch die Gewichter ungleich ſind, entſteht in einer vollkommenen Waage die Ruhe, ſobald eine hinlängliche Neigung des Joches hinzu kömmt.** Denn mit der Neigung des Joches ſteigt der Schwerepunkt über den Bewegunspunkt und Unterſatz hinaus; mithin erhält das Gewicht in

dem höher ſteigenden Arme eine größere Entfernung von dem Ruhepunkte, und dieſe Ungleichheit der Entfernungen kann ja die Ungleichheit der Gewichter wieder gut machen.

V. **Je empfindſamer d. i. je geſchmeidiger zur Bewegung das Joch iſt, deſto vollkommener läßt die Waage.**

VI. Mithin muß man dem Reiben auf dem Unterſatze nach Möglichkeit abhelfen. Denn das Reiben mindert die Fertigkeit zur Bewegung.

VII. Das Stängelchen, das die Neigung der Waage anzeigt, muß auf dem Schwerepunkt **ſenkrecht**, nicht zu **ſchwer**, nicht zu **lang** und nicht zu **kurz** ſeyn. Denn wäre es zu kurz, würde die Neigung nicht **merklich**, wäre es nicht ſenkrecht, würde die Neigung nicht **richtig** angezeigt werden. Das Uebermaaß der Schwere oder Länge könnte den Schwerepunkt bey der Neigung an einen **andern** Ort verſetzen.

VIII. Ob dieſe oder jene Waage **gerecht** ſey? — wird durch Abwechslung der Gewichter an den Aermen entdeckt.

IX. Wenn im Joche eine verdeckte Höhle und z. B. Queckſilber in der Höhle ſich befände, müßte durch das Hin- und Herfließen dieſes ſchweren Körpers manche Aenderung im Schwerepunkte vorgehen.

* Von mehr dergleichen Betrügereyen wird ich in öffentlichen Vorleſungen reden.

** Zur Benutzung der Waage muß man die verſchiedenen Abtheilungen des Gewichts inne haben. Hier liefre ich eine kleine Anzeige davon.

1.) Das

1.) Das gemeine Gewicht

1 Zentner hält 100 ℔
1 = 16 Loth
1 = 4 Quintl
Mithin iſt 1 ℔ = 64 Quintl.

2.) Das Apotheckergewicht

1 ℔ = 12 Unzen
1 = 2 Loth
1 = 4 Drachm.
1 = 3 Scrupel
1 = 20 Gran.

3.) Das Gewicht in der Probierkunſt

Bergzentner = 1 Quintl im gemeinen Gewichte
1 = 100 ℔
1 = 32 Unzen.
1 = 4 Quintl.

Darum müſſen in der Probierkunſt die empfindlichſten Waagen angewendet werden. Eine genaue Beſchreibung giebt Herr Crammer in ſeinen Elementen der Docimaſt. §. 303, Herr Schlütter in dem Probierbuche S. 32.

§. 188.

Alle obige Bemerkungen gelten beynahe auch bey der Schnellwaage, wenn man die Länge der Aerme ausnimmt. Man bedient ſich immer des nämlichen Gegengewichtes. Dieß zeigt durch die Entfernung, in der es mit dem zuwiegenden Körper das Gleichgewicht hält, die Größe ſeines Gewichtes an, und iſt unter dem Name Laufer bekannt. Vor allem muß man acht haben, daß der Laufer mit dem andern Arme genaues Gleichgewicht halte.

Von

Von dem Rade.

§. 189.

Wenn man einen ungleicharmichten Hebel um ſeinen Ruhepunkt herum bewegt, wird von dem kürzern Arme ein kleineres, von dem längern ein größers Rad, von beeden Aermen eine Maſchine beſchrieben, die (axis in peritrochio) oder das **Rad** im ſtrengſten Verſtande genennt wird.

I. **Von dem Rade gelten alle Geſetze des Hebels.**

II. Wenn ich alſo den Radius vom kleinern Rade $= r$, und jenen vom größern $= R$, die Potenz $= P$, den Körper $= M$ ſetze; iſt $P = \frac{Mr}{R}$.

III. **Es liegt nichts an der Sache,** ob um das kleinere Rad ein größeres herum ſey, oder nur Querſtangen durchgeſteckt ſind.

IV. Unter dem kleinern Rade kann auch ein liegender oder ſtehender **Cylinder** verſtanden werden.

V. **Auch mehrere vereinigte Räder,** wenn die Zähne des erſten kleinern auf die Zähne des zweyten größern Rades u. ſ. w. eingreifen, **ſind nichts als ein zuſammengeſetzter Hebel,** und behaupten die nämlichen Geſetze.

VI. Iſt aber die Wirkung oder Potenz auf das Rad ſchief, **folgt ſie auch den Geſetzen eines Winkelhebels.**

Von der Rolle.

§. 190.

Gleichwie das Räderwerk (§. vorg.) aus einem ungleicharmichten Hebel entſteht, alſo entſteht die Rolle (Trochlea) aus einem gleicharmichten Hebel, der um ſeinen Ruhepunkt gedrehet wird.

I. **Auf die Rolle paſſen alle Geſetze des gleicharmichten Hebels;** es mag die Potenz ſenkrecht (§. 180.), oder ſchief (§. 182.) angebracht ſeyn.

II. **In der feſtgemachten Rolle muß die Potenz der Laſt gleich ſeyn,** um ihr das Gleichgewicht zu verſchaffen. Es können alſo die Kräften nicht vermehret werden.

III. **In der beweglichen Rolle,** wenn z. B. (Fig. XIV.) der Ruhepunkt in c, die Potenz in P iſt, **entſteht ein Hebel von der zwoten Art;** und die Potenz iſt vom Ruhepunkte noch ſo weit entfernet als das Gewicht M, mithin im Gleichgewichte iſt $P : M = 1 : 2$, und $P = \frac{M}{2}$.

IV. Werden mehrere Rollen zuſammengeſetzt, und in einen Flaſchenzug vereiniget; wird die Potenz vom Ruhepunkte allemal um 2 weiter entfernet; die Entfernung des Gewichtes aber bleibt $= 1$.

* Dieß gilt von beweglichen Rollen (II. III.).

V. Wenn ich alſo die Zahl der Rollen durch n ausdrücke, wird $P = \frac{M}{2n}$ ſeyn; oder wenn ich die Zahl der Stricke, den letzten abwärtsgehenden weggerechnet, $= N$ ſetze, iſt $P = \frac{M}{N}$; weil die Zahl der Stricken noch ſo groß iſt als jene der Rollen.

Von

Von der Schraube und dem Keile.

§. 191.

Wenn ein Körper auf einer ſchiefen Ebne nach einer auf die Ebne parallelen Richtung gezogen wird; ſo entſteht das Gleichgewicht, wenn ſich die Potenz P zum Gewicht M wie die Höhe A zur Länge L verhält, d. i. P : M = A : L. Denn in dieſem Falle darf nur der parallelen Gewalt des Körpers das Gleichgewicht verſchaffet werden; nun aber dieſe verhält ſich zur Ganzen M = A : L (§. 147.). Mithin muß auch $P = \frac{MA}{L}$ ſeyn.

§. 192.

Wird aber eben dieſer Körper (§. vorg.) nach einer auf die Grundlinie parallelen Richtung gezogen; muß, um das Gleichgewicht zu erhalten, P : M = A : B (zur Grundlinie) ſeyn. Denn auf dieſe Art entſteht aus der Schwere des Körpers und der Potenz eine Gewalt, welche ſenkrecht auf eine Ebne wirkt, und mithin die Bewegung unmöglich macht. Dieß zu erweiſen mache ich (Fig. XV.) einen < cab = < A, und eine Linie bc ſenkrecht auf ad. Es wird alſo 1.) △ abc ∽ ABC, und

ac : cb = AC : CB ſeyn. Ferner iſt

2.) Die Linie ab auch auf AB ſenkrecht. Denn der < cbd = BAC, weil cb und AC parallel ſind; und der < bac = BAC; denn er iſt gleich groß errichtet worden. Mithin iſt < bac = cbd.

Weil

Weil aber $cba + bac = 180$, iſt auch
$cba + cbd = 180$, und
ab ſenkrecht auf AB.

3.) Nun iſt ab die Diagonal von ac und cb, und $ac : cb = AC : CB$ (1.); mithin erhält ſie ihr Daſeyn, wenn $P : M = AC : CB$ = wie die Höhe zur Grundlinie.

* Wer die Potenz, die unter jedem Winkel das Gleichgewicht hält, finden will, leſe das Käſtneriſche Handbuch, und in Herrn Clemens Mechanick den §. 86. mir ſcheint der Beweis für Anfänger zu hart, und zu meinen Vorhaben unnöthig.

§. 193.

Schraube (Cochlea) heißt ein gerader Cylinder, um welchen eine ſchiefe Ebne unter dem nämlichen Winkel herumgezogen iſt. Der Cylinder ſelbſt, an dem die ſchiefe Ebne hervorſteht, und in andere gleiche Aushölungen einpaßt, wird die **Spindl** (mas), jener Körper aber in deſſen Höhlungen die Spindel einpaßt, die **Schraubemutter** (cochlea femina) genennt.

I. **In der Spindl und der Schraubemutter muß die geneigte Ebne den nämlichen Winkel haben;** ſonſt könnten die Schraubegänge nicht aufeinander paſſen.

II. Da die Gewalt, mit der die Spindl bewegt wird, mit der Grundlinie parallel iſt; **muß auch hier im Gleichgewichte** (§. 192.) $P : M = A : B$ ſeyn, d. i. **= wie die Entfernung der Schraubegänge zur Peripherie des Cylinders;** denn dieſe macht die Grundlinie, jene aber die Höhe der Ebne aus.

III. In einer Schraube iſt alſo $P = \frac{MA}{B}$; und wächſt mit der Entfernung der Schraubegänge im geraden, mit der Dicke der Spindel aber im verkehrten Verhältniſſe.

§. 194.

Eine Schraube ohne Ende (Cochlea infinita) ſind etliche Schraubegänge, die auf die Zähne eines Rades eingreifen, und ſelbe ſo lange bewegen, als die Schraube ſelbſt umgetrieben wird. **Das Rad muß alſo beym fortdaurenden Umtreiben um ſo viele Zähne bewegt werden, als Schraubegänge auf die Zähne wirken.**

§. 195.

Ein **Keil** iſt ein Inſtrument, das aus zwo ſchiefen Ebnen, in der Grundfläche zuſammengefügt, entſteht.

I. Da der Keil nach der Grundlinie der ſchiefen Ebne getrieben wird, **hat die Potenz zur Laſt das nämliche Verhältniß, wie auf der ſchiefen Ebne** (§. 192.) **und in der Schraube** (§. 193.).

II. Die Kraft des Keils wächſt alſo mit der **Grundfläche** im **geraden**, und mit der **Höhe** der zuſammengefügten Ebnen im **verkehrten** Verhältniſſe.

* In den Schneidinſtrumenten iſt eine Art von Keilen zu bemerken.

** Das ſind nun alle einfache Maſchinen, und aus dieſen ſind alle übrige zuſammengeſetzt; daher ſie auch den Geſetzen des Hebels und der geneigten Ebne folgen.

Ueber

Ueber die zuſammengeſetzten Maſchinen ſind Jakob Leupold in ſeinem Theater der Maſchinen, Gallon in einer Abhandlung der königl. Akademie zu Paris, Belidor in der hydrauliſchen Baukunſt, Beyer in dem Theater der Mühlen mit Vergnügen und Vortheile zu leſen.

*** Ferner muß ich anmerken, daß ich in dieſer ganzen Materie das Reiben (affrictus) niemals mit berechnet habe. Weil es aber viele Hinderniſſe verurſacht, folgen kürzlich einige Bemerkungen über

Die Hauptgeſetze von dem Reiben.

§. 196.

In jeder Oberfläche auch der ebneſten und glatteſten Körper kommen viele Ungleichheiten, d. i. Hervorragungen und Vertiefungen der Theile vor; es kann alſo kein Körper über den andern hinbewegt werden, ohne daß die hervorragenden Theile oder überſprungen, oder gebogen, oder abgeſtoſſen werden. Jeder Fall hemmt die Bewegung; und dieß Hinderniß der Bewewegung nenne ich **das Hinderniß vom Reiben.**

Wenn man die Geſetze des Reibens beſtimmen will; **muß man I. auf die Größe, Figur, und Härte der hervorragenden Theile ſehen.**

II. Auch auf die Geſchwindigkeit der Bewegung; denn in einer geſchwindern Bewegung müſſen mehrere Theile oder überſprungen, oder gebogen, oder abgeſtoſſen werden.

III. Auch auf die Schwere des zu bewegenden Körpers; weil ein ſchweres Gewicht allemal

mal die hervorragenden Theile in die Vertiefungen des andern Körpers mehr verſenkt.

IV. Auch auf die Oberfläche des zu bewegenden Körpers; denn mit ihr wächſt die Zahl der zu überwindenden Theile.

V. Wenn die hervorragenden Theile nur zu überſpringen ſind; kann die Oberfläche vermehrt werden, ohne das Reiben zu vermehren; weil durch die nämliche Gewalt mehrere Anhöhen in einer Reihe zugleich überſprungen werden.

§. 197.

Indeſſen können doch von dem Reiben keine beſtimmte allgemeine Geſetze für verſchiedene Körper angegeben werden. Denn

I. Kann man weder die Ungleichheit noch die durch langes Glatmachen erhaltene Ebne einer Oberfläche richtig beſtimmen.

II. Läßt ſich mancher Körper anfangs leichter; hernach auch durch ein doppeltes Gewicht lange nicht ſo merklich zuſammen drücken.

III. Muß die Figur und der Zuſammenhang der hervorſtehenden Theile in verſchiedener Höhe gleichfalls verſchieden ſeyn.

IV. Läßt ſich kaum ein Reiben denken, wo nicht einige Theile abgeſtoſſen, gebogen, andere nur überſprungen werden.

V. Viel minder läßt ſich die Anzahl der abgeſtoſſenen oder nur gebogenen oder nur überſprungenen Theile an...en.

VI. Sind

VI. Sind einige Theile **nach einer Richtung leichter als nach der andern** zu biegen, oder abzuſtoſſen.

VII. Werden in einer **geſchwindern Bewegung** viele Theile überſprungen, die in einer langſamern Bewegung gebogen, oder abgeſtoſſen würden u. ſ. w.

§. 198.

Auch aus der Erfahrung läßt ſich kein allgemeines Geſetz angeben. Von dieſem überzeigen uns die mühſamſten und richtigſten Verſuche der gröſten Mechaniker. Van Muſchenbröck (*a*) könnte nicht einmal ein Verhältniß des Gewichtes mit der Größe des Reibens entdecken, ob er es ſchon in verſchiedenen Hölzern und mit verſchiedenen Gewichtern verſuchte. Eben ſo war ſeine Mühe in Unterſuchung der Metalle (*b*) umſonſt. Die Bemühungen des Amantons (*c*), de la Hire (*d*), Leibnitz (*e*), Parentius (*f*), Bellidor (*g*) u. a. m. ſind ſelbſt aus dem ſchlechten Erfolge, ein allgemeines Geſetz ausfindig zu machen, nur gar zu bekannt.

§. 199.

I. Was aus den Verſuchen gewiß iſt?

1.) Die Körper reiben ſich meiſtentheils an **gleichartigen** Theilen mehr als an andern.

2.) Der

(*a*) Inſtitut. Phyſ. Cap. IX. de attritu §. 405.
(*b*) Eben daſelbſt.
(*c*) Les Memoires de l'Academie Royal de l'année 1699.
(*d*) l'Hiſtoire de même année.
(*e*) Berlin 1. Band.
(*f*) l'Hiſtoire de l'Acad Royal ann. 1700 und 1704.
(*g*) Waſſerbaukunſt 1. B. 2. K.

2.) Der **Stahl** reibt am wenigſten auf **Meßing**, ſtärker auf **Bley**, noch ſtärker auf **Kupfer**, am ſtärkſten auf Stahl.

3.) Das **Holz** reibt ſich mehr, wenn der Körper über die Fibern Quer, als in gleicher Richtung mit ihnen bewegt wird, u. ſ. w.

II. Mittel wider das Reiben. Alles hilft wider das Reiben, was immer die Urſache des Reibens tilgt oder vermindert, wenn

1.) Die **Oberfläche** des berührenden Körpers **vermindert**,

2.) wenn die Oberfläche **glat gemacht**, oder die Vertiefungen durch einen weichen und ſchlüpfrigen Körper ausgefüllet werden,

3.) wenn Körper von verſchiedener Art vereinigt werden (I. 2.),

4.) der Bewegung eine bequemere Richtung gegeben wird (I. 3.),

3.) wenn die Körper nicht ſo faſt übereinander hinglitſchen, als vielmehr gedreht werden.

* Auch in dieſen Mitteln rathet die Erfahrung Ausnähme; ſo z. B. nüzt die Fette nichts, wenn Holz auf Holz gerieben wird.

Drit-

Drittes Kapitel.

Geſetze der flüßigen Körper.

§. 200.

Hier kann blos von dem Gleichgewichte der flüßigen Körper in einer größern Maſſe die Rede ſeyn. Denn die kleinſten Theilchen der flüßigen Körper, in ſoweit ſie ſchwer, und als kleine feſte Körperchen anzuſehen ſind, folgen im Gleichgewichte den feſten Körpern (K. vorh.). Ferner wie ein einzelner Tropfe ruhen, wie ſeine Figur nach Verſchiedenheit der Körper, an denen er hängt, verſchieden ſeyn müſſe, davon haben wir ſchon im erſten Theile das Nöthige geſagt (§§. 64. 65. 66. 67.).

Von dem Drucke und Gleichgewichte überhaupt.

§. 201.

I. Hauptſatz. Der ſenkrechte Druck eines gleichdichten Körpers iſt in jedem Horizontalſchnitte, und auf dem Grundſchnitte ſelbſt, wie die Perpendiculärhöhe. Eine ruhige Maſſe eines flüßigen Körpers zu denken, muß man alle Theile oder ſenkrecht, oder ſchief aufeinander liegen denken. In der ſenkrechten Lage iſt der Druck und die Vielheit der Theile wie die Höhe, in der ſchiefen iſt zwar die Vielheit der Theile wie die Länge, aber die Gewalt des Druckes, wie die Höhe (§. 147.).

§. 202.

II. Hauptſatz. Wenn flüßige Körper von verſchiedener Dichtigkeit in Vergleich kommen, verhält ſich ihr ſenkrechter Druck P wie das Produkt aus der Höhe A, und der ſpecifiſchen Schwere, P = AG. Der Druck entſteht aus der Schwere, und Zahle der übereinanderliegenden Theile, die der Höhe proportionál iſt: folglich P = GA.

Folgeſätze. I. Die Oberfläche aller flüßigen Körper muß mit der Horizontalfläche parallel ſeyn. Denn ſonſt entſtünden Vertiefungen, und Erhöhungen, die allemal den Druck verſchieden, nnd die Ruhe unmöglich machen.

II. Läßt ſich der flüßige Körper zuſammen drucken; ſo kann der Druck auch im nämlichen Körper durch die Höhe allein nicht gemeſſen werden. Denn nicht nur Höhe, ſelbſt die Dichtigkeit der tiefliegenden Theile muß beträchtlicher werden.

§. 203.

III. Hauptſatz. Der Druck iſt durch die ganze Horizontalfläche in jeder beſtimmten Höhe gleich. Jeder gedrückte Theil drückt mit der nämlichen Gewalt zurücke, mit welcher er gedrückt wird. Nun aber jeder Theil wird nicht nur nach ſenkrechter, ſondern nach jeder möglichen Richtung wegen der erſtaunlichen Theilbarkeit und Feinheit der kleinſten Theil-

chen

chen gedrückt; und würde wegen der **Flüßigkeit** auch nach jeder Richtung bewegt werden, wenn nicht von allen Seiten ein gleicher Widerſtand entgegen wirkte. Wie könnte aber dieſer Widerſtand durchaus gleich ſeyn, wenn nicht alle **Theile** nach allen **Richtungen** mit gleicher **Gewalt** gedrückt wären? Mithin ꝛc.

I. Da die flüßigen Theilchen auch an die Wände des Gefäßes hingedruckt werden, und dieſe hindrückende Gewalt allemal im Verhältniſſe mit der Höhe ſteht; drücken auch die Wände mit gleicher Gewalt zurücke. **Es iſt alſo das nämliche, ob ein Waſſertheilchen unmittelbar auf die Wände des Geſchirrs, oder auf andere Waſſertheilchen drücke.**

II. Es mag das Geſchirr gleichförmig, oder aber oben oder unten weiter ſeyn (vas divergens); **ſo muß dennoch der Druck in jedem Theile der nämliche ſeyn, ſo lang die nämliche Höhe bleibt** (§. 147.).

III. **Auch die Neigung, Krümmung, und was immer für ein Form des Geſchirrs ändert den Druck bey gleicher Höhe nicht.**

IV. **Selbſt dort bleibt der nämliche Druck, wenn ein kleines Rohr in ein größers Geſchirr hineingeſenkt iſt, und dieß vollkommen ſchließt** (Fig. XVI.) Denn z. B. die kleine Waſſerſäule ab drückt auf das Waſſer in dem Geſchirre, wie ihre Höhe, und die ſpecifiſche Schwere iſt, und muß ſo lang herunter ſinken, bis der Widerſtand des übrigen Waſſers dem Drucke gleich kömmt. Ruht einmal die Säule ab,

muß in jeder Höhe des ganzen Geſchirrs der Druck, wie die Höhe der Waſſerſäule in dem engen Rohre ab ſeyn, das iſt, vollkommen jenem Drucke gleich, welcher erfolgen müßte, wenn ein gleichförmiges Geſchirr ABDC mit Waſſer in gleicher Höhe z. B. bis cd gefüllet wäre. Aus eben dieſem Grunde muß der Deckel EFG mit jener Gewalt in die Höhe gedruckt werden, als die Gewalt von EGcd mit ſich brächte.

* Obſchon der Druck auf den ganzen Boden AB dem Produkte des Bodens und der Höhe der kleinen Waſſerſäule gleich iſt; ſo kann dennoch der Druck des Geſchirrs auf den Unterſatz nicht größer als das Gewicht des Geſchirrs, und die Maſſe des Waſſers ſeyn. Denn der Boden hängt mit den Seiten des Geſchirrs zuſammen, und dieſer Zuſammenhang erträgt den ganzen Druck. Ein beweglicher Boden würde einen Ausnahm machen.

§. 204.

In zweyen oder mehrern Geſchirren; die durch einen Kanal verbunden ſind, **erhält der flüßige Körper ſein Gleichgewicht; wenn das Produkt der ſpecifiſchen Schwere und der Höhe in einem dem Produkte in dem andern Geſchirre gleich iſt.** Denn auf ſolche Art iſt Druck und Gegendruck einander gleich (§. 202.).

I. Wenn alſo die flüßigen Körper an der ſpecifiſchen Schwere gleich ſind, **wird das Gleichgewicht von gleichen Höhen beſtimmt.**

II. **Iſt aber die Schwere verſchieden, ſo hält ſie mit den Höhen verkehrte Pro-**

portion; denn wenn P : p = AG : ag, muß A : a = g : G ſeyn, um das Gleichgewicht herzuſtellen.

III. Läßt ſich der flüßige Körper, z. B. die Luft zuſammendrücken; ſo kann im Gleichgewichte mit einem andern weder auf ſeine Dichtigkeit, noch auf die Höhe richtig gefolgert werden; Denn die ſpecifiſche Schwere wächſt mit der Höhe, und die Höhe nimmt nach Maaße des Zuſammendruckes nicht genau ab.

* Ein einziger Fall fodert Ausnahm; nämlich, wenn beede Körper gleich ſtark zuſammen gedrückt würden, und das Zuſammendrücken mit der Höhe genau abnähme.

IV. Alle dieſe Regeln behalten ihre Richtigkeit, ſo verſchieden die Figur und der Durchſchnitt des Geſchirrs immer ſeyn kann; denn jedes Theilchen wird in gleicher Höhe gleich gedruckt, ohne daß die Weite oder Enge des Geſchirrs eine Aenderung machen kann.

* Das iſt der Grund des anatomiſchen Hebers.

V. Wird in einem Geſchirre durch Zugießen die Höhe vermehet; muß ſie auch in dem andern vermehret werden.

* Hier möchte man zweifeln, ob, wenn (Fig. XVII.) in dem Rohre ab Waſſer aufgegoſſen wird, die ganze Säule cd, oder nur mn erhöhet werde, und alsdenn in der Oberfläche zerfließen müße. Ich antworte: wenn das Waſſer in das kleinere Rohr zu geſchwind aufgegoſſen wird, als daß es ſich in op nach Maaß der Geſchwindigkeit vertheilen könnte, oder wenn die Höhe om eben nicht beträchtlich wäre; wird die kleinere Säule in der Mitte allein erhöbet, weil das zugegoſſene Waſſer Macht genug hat, die mittlere Säule unmittelbar zu erhöhen, daß ſie ſich hernach oben zertheile. Im Gegen-

theile wird die kleinere Säule zwar in etwas, doch unmerklich, erhöhet, und hernach durch den etwas ſtärkern Druck die nachfolgenden Theilchen ſeitwärts fließen machen. Dieſe Erklärung rechtfertiget folgender Verſuch. Ich füllte das engere Rohr mit ſchwarzen undurchſichtigen, das weitere mit hellem Waſſer. und ſtreute auf die Oberfläche kleine Erdetheilchen hin. Das ſchwarze Waſſer zerfloß unten in der Horizontalrichtung; in der Oberfläche aber entſtund nur alsdenn eine Bewegung, wenn oder das Eingießen des Waſſers mit größerer Geſchwindiskeit geſchah, oder die Höhe im größern Geſchirre ziemlich klein war.

** Von dieſen Geſetzen verſpricht ſich die Erklärung der Waſſerleitungen in der Partikularphyſik große Dienſte. Auch in der allgemeinen Phyſik werden wir bald hernach die Beſtimmung der ſpecifiſchen Schwere in verſchiedenen flüßigen Körpern aus dieſen Gründen herholen. Itzt reden wir

Vom Gleichgewichte an den Wänden der Gefäße, und in den Haarröhrchen.

§. 205.

Wenn die Materie der Gefäßen die Theile des flüßigen Körpers ſtärker oder ſchwächer anzieht, als ſich dieſe untereinander anziehen (§§. 64. 65.); kann die flüßige Oberfläche unmöglich horizontal ſeyn. Denn wegen der Schwere allein ſtünde der Körper in einer vollkommnen Horizontalebne (§. 202.). Kommen nun zur Schwere noch andere Kräften hinzu; muß der flüßige Körper

ſich

ſich gegen die Wände oder erhöhen, oder vertiefen, je nachdem die Wände mit ſtärkerer oder ſchwächerer Gewalt den flüßigen Körper anziehen, als ſich deſſen Theile ſelbſten untereinander anziehen.

I. Sowohl in der Erhöhung als Vertiefung der flüßigen Theilchen kömmt es lediglich **auf das Uebermaaß der Kräften an.**

II. Wie nun dieſes Uebermaaß bey verſchiedenen Gefäßen und flüßigen Körpern verſchieden iſt; **alſo muß auch der Grad von Erhöhung oder Vertiefung verſchieden ſeyn.**

III. **Indeſſen kommen bloß die äuſſerſte Theile der Gefäße mit in die Rechnung;** denn nur dieſe wirken auf den flüßigen Körper. Z. B. in einem vorgoldeten Becher muß man nur auf das Gold, in einem mit Fette überſchmierten Glaſe nur auf die Fette ſehen.

* Warum wird etwa ein Luftbläschen, auch in einer ziemlichen Entfernung gegen die Wände des Gefäßes hingetrieben? Liegt vielleicht in den anziehenden Kräften der Wände der Grund? — Allein die Entfernung iſt zu groß, und die anziehende Kraft äußert ſich nur in den kleinſten Abſtänden. Ich glaube, das Luftbläschen werde von dem Waſſertheilchen ſelbſt gezogen, nicht als wenn ihre Kraft ſtärker wäre, ſondern weil ihrer mehrere von der Anhöhe wirken. Eben darum mag es geſchehen, daß in einer convexen Oberfläche dergleichen Luftbläschen von den Wänden gegen die Mitte bewegt werden, und nur dort ruhen können.

§. 206.

§. 206.

Ein **Haarröhrchen** heißt jedes Röhrchen, deſſen Durchmeſſer 1‴ ½ nicht übertrift. Man kann es aus lauter Ringen zuſammengeſetzt denken. Je nachdem dieſe Ringe gleich ſind, oder es nicht ſind; nennt man die Haarröhrchen **gleichförmige**, oder **ungleichförmige**.

Verſuche. I. Beynahe alle Materien laſſen ſich zu Haarröhrchen arbeiten.

II. Das nämliche Haarröhrchen zieht flüßige Körper von verſchiedener Art verſchieden an.

III. Der nämliche flüßige Körper wird von Haarröhrchen verſchiedener Art verſchieden angezogen (§§. 64. 65. 67.).

IV. Ihre Figur leidet auch allerhand Geſtalten.

§. 207.

I. Hauptregel. Der flüßige Körper kann in den Haarröhrchen nicht gleiche Höhe mit der übrigen Oberfläche haben, wenn er von der Materie des Röhrchens ſtärker, oder ſchwächer angezogen wird, als ſich ſeine Theile ziehen. Denn im erſten Falle entſteht eine Erhöhung, im zweyten eine Vertiefung (§. 205.).

* Die Verſuche, welche Stoff zum Beweiſen hergeben, ſind meiſtentheils mit den gläſernen Haarröhrchen angeſtellt. Deutlichkeit halber werde ich mich in Beſtimmung der Geſetze auch nur gläſerner Röhrchen bedienen, ohne der Allgemeinheit der Beweiſe zu nahe zu kommen; die Anwendung auf andere Röhrchen bleibt immer eine leichte Sache.

§. 208.

II. Hauptregel. Nur jener Ring des Röhrchens, der an dem Waſſer oben unmittelbar der nächſte iſt, kann die Erhöhung des Waſſers bewirken. 2.) Und bey der Erhöhung muß Schwere und Zuſammenhang der Waſſertheilchen unter ſich überwunden werden. Denn die Ringe unter der Oberfläche des Waſſers können die Erhöhung des Waſſers nicht bewirken; weil ſie die unter ſich ſtehende Waſſerfläche nicht ſtärker aufwärts, als die ober ſich ſtehende abwärts ziehen. Auch jene Ringe die ober der Waſſerfläche weiter entfernet ſind, können unmögiich der hinlängliche Grund zur Erhöhung des Waſſers ſeyn, auf das ſie nicht wirken können, bis es durch andere Urſachen in kleinere Abſtände heran gezogen wird. Alſo kann nur durch jene Ring, der an der Oberfläche des Waſſers der nächſte iſt, die Erhöhung des Waſſers wirklich werden. Der zweyte Theil des Satzes iſt vor ſich ſelbſt klar genug; denn die Erhöhung einiger Waſſertheilchen läßt ſich unmöglich ohne alle Trennung von den übrigen denken. Dieſe Trennung fodert Ueberwindung des Zuſammenhanges, und der Schwere, als ein nothwendiges Bedingniß zur Bewegung in entgegen geſetzter Richtung.

I. Die Erhöhung geſchieht alſo nicht durch die ganze anziehende Kraft des anziehenden Ringes, ſondern nur durch das Uebermaaß dieſer Kraft über jene des Zuſammenhanges.

II. Wenn

II. Wenn ich alſo die ganze Kraft des Röhrchens $= V$, und jene der Waſſertheilchen $= v$ annehme, gleicht die erhöhende Kraft $= V - v$, welche ich hinfüro $= W$ nennen werde.

III. Iſt das Gewicht des erhöhten Körpers der Kraft W gleich; **ſo wird die Bewegung unmöglich.** Denn auch die fernere Erhöhung geſchieht nur durch das Uebermaaß der Kräften.

* Die Geſetze der Haarröhrchen kürzer zu beweiſen, will ich die erhöhenden Kräften W : w, die Höhen der flüßigen Körper in den Röhrchen über die übrige Oberfläche A, a, die ſpecifiſche Schwere G, g, die Durchmeſſer D, d, und die Gewichte P, p nennen.

IV. Haben die Röhrchen ungleiche Durchmeſſer; **iſt die erhöhende Kraft** $= WD$. Denn die Kraft wächſt wie die Vielheit der Theile, und dieſe wie die Peripherie, oder, was eines iſt, wie der Durchmeſſer.

V. Der flüßige Körper wird ſich ſo lang in das Röhrchen erhöhen, bis $P = WD$ (III.). Es iſt alſo $WD : wd = P : p$.

VI. Das Gewicht der erhöhten Säule gleicht dem Produkte des Innbegrifes in die ſpecifiſche Schwere; der Innbegrif aber gleicht dem Produkte der Höhe in das Quadrat des Durchmeſſers $= AD^2$. Mithin iſt $P = AD^2G$, und $WD : wd = P : p = AD^2G : ad^2g$.

VII. Iſt $G = g$, wird

$$WD : wd = p : p = AD^2 : ad^2.$$

VIII. Wenn $D = d$, iſt

$$W : w = AG : ag, \text{ und}$$

$$A : a = \frac{W}{G} : \frac{w}{g},$$

d. i. in den Röhrchen von gleicher Materie und gleichem Durchſchnitte ſind die Höhen der flüßigen Körper mit den erhöhenden Kräften im geraden, mit der ſpecifiſchen Schwere im verkehrten Verhältniſſe.

§. 209.

IX. Sind aber die Röhrchen nur in dem Durchmeſſer ungleich; iſt $A : a = d : D$. Denn

$P : p = WD : wd$ (§. vorg. V.), und

$P : p = AD^2 : ad^2$ (§. vorg. VII.): mithin iſt

$AD^2 : ad^2 = WD : wd$,

$A : a = \frac{WD}{D^2} : \frac{wd}{d^2}$; und weil $W = w$ geſetzt wird,

$A : a = \frac{1}{D} : \frac{1}{d}$

$= d : D$.

Mithin $AD = ad$.

§. 210.

X. In den nämlichen Röhrchen (§. vorg.) ſind die Quantitäten der flüßigen Körper, oder $Q : q = D : d$. Denn

$Q : q = P : p$

$= AD^2 : ad^2$; und weil $AD = ad$ (§. vorg.),

$= \frac{AD^2}{AD} : \frac{ad^2}{ad}$

$= D : d$.

* Die Allgemeinheit dieſer Geſetze leidet nicht dabey; man mag die Röhrchen in ſchiefer oder ſenkrechter Richtung in den flüßigen Körper hineinlaſſen. Nur das iſt im erſten Falle zu bemerken, daß W nicht das ganze

Gewicht,

Gewicht, ſondern nur die reſpective Schwere (§. 147.) bewegen, und nur mit dieſer das Gleichgewicht halten müſſe.

* * Ferner haben wir bisher nur von gleichförmigen Röhrchen (§. 206.) gehandelt; von dem Beſondern der ungleichförmigen reden wir im folgenden §.

§. 211.

III. Hauptregel. Der flüßige Körper wird in einem ungleichförmigen Röhrchen von den Ringen, derer Durchmeſſer kleiner ſind, mit größerer Gewalt gezogen. Denn obgleich in dem größern Ringe (§. 208. IV.) die ganze Kraft **für ſich betrachtet** größer iſt, ſo wirkt doch die Kraft im kleinern Ringe **auf jeden beſtimmten Theil** des flüßigrn Körpers ungemein ſtärker; weil der nämliche Theil des flüßigen Körpers, je kleiner die Abſtände von den Theilchen der Röhrchen ſind, von deſto mehrern Theilen angezogen wird.

* Weinprecht giebt davon einen geometriſchen Beweis Comment. Acad. Petrop. Tom. IX. 1737. §. 19.

I. Wenn in den Röhrchen der Durchmeſſer mit der Höhe abnimmt; muß der flüßige Körper nothwendig höher ſteigen.

II. Nimmt er mit der Höhe zu; wird das Waſſer von jedem kleinern Ringe mit einem kleinen Uebermaaße zurück gehalten.

III. Im erſten Falle geſchieht das Aufſteigen mit größerer Geſchwindigkeit als im zweyten.

* Hier

* Hier liegt der Grund jenes bekannten Verſuches, welchen H. Jurin zuerſt mit 3 Haarröhrchen angeſtellt, derer eins gleichförmig, zwey ungleichförmig waren, doch ſo, daß bey einem der Durchmeſſer mit der Höhe zu, bey dem andern ordentlich abnahm. Das Waſſer ſtand in allen dreyen ruhig dort, wo die Ringe gleich waren.

** Nach dieſen Geſetzen wird unſchwer erklärt, daß ſich die flüßigen Körper nicht nur an der Oberfläche der feſten anhängen, ſondern auch in die Zwiſchenräume dringen, wie z. B. das Oel in den Dacht, das Waſſer in Holz, Leder, Leinwand, Wolle, Schnee ꝛc.

§. 212.

Fernere Beobachtungen in den gekrümmten Haarröhrchen.

I. Wenn der Arm ad eines gekrümmten Haarröhrchens adc (Fig. XVIII.) eine kleinere Höhe hat als jene iſt, welche ſonſt der erhöhte flüßige Körper in dieſem Haarröhrchen erreichen würde, und in den flüßigen Körper geſtoſſen wird; **ſo wird nicht nur der Arm ad, ſondern auch der abwärts ſtehende dc ganz gefüllt;** ſo lang er immer iſt. 2.) Wenn aber die Höhe des eingeſenkten Armes jene übertrift, in die ſich ſonſt der flüßige Körper erhebt; **wird das Röhrchen nur bis zur gewöhnlichen Höhe gefüllt.**

II. Hält man ein ſo gekrümmtes und gefülltes Röhrchen in der Luft frey, und iſt die Differenz der Höhen bc nicht größer als jene, zu der ſich ſonſt das Waſſer erhebt; **ſo fließt nichts heraus.** 2.) Iſt ſie aber größer,

ſo

ſo währt das Herausfließen ſo lange, bis der flüßige Körper in der ſonſt gewöhnlichen Höhe ſteht.

III. Bleibt aber der einte Arm in dem flüßigen Körper; fließt er immer durch den andern Arm: wenn anders ſeine Oeffnung um eine und die andere Linie über die Oberfläche des flüßigen Körpers außer dem Geſchirre hinunter reicht, z. B. bis in e.

§. 213.

Zureichender Grund dieſer Beobachtungen.

I. **Nicht nur ein Arm, ſondern auch der andere muß ganz gefüllet werden**, wenn der eingeſenkte ad nicht ſo hoch iſt, als anſonſt die Höhe des flüßigen Körpers in dergleichen Röhrchen austrüge. Denn das Aufſteigen des flüßigen Körpers dauert ſo lange, bis W = P wird. Nun aber dieß bleibt im gegebenen Falle unmöglich.

II. **Hat aber der eingeſenkte Arm eine größere Höhe**, ſo wird W = P, ehe der ganze Arm gefüllet iſt.

* Die Sache deutlicher zu erklären, muß man ſich zuvor überzeugen, daß der letzte Ring des Haarröhrchens, durch den ſich der flüßige Körper ausgießen ſoll, zum wirklichen Ausfließen eben nichts beytrage. Denn ſo bald das Waſſer unter dieſen Ring kömmt, zieht er es mit der nämlichen Gewalt zurücke, mit der das ober ihn ſtehende von ihm abwärts gezogen wird. 2.) Iſt durch die einte Oeffnung kein Ausfließen möglich, ohne

daß

daß der flüßige Körper oder von der anderten Oeffnung, oder aber von ſich ſelbſt getrennet werde. Nun aber beydes bleibt ſchlechterdings unmöglich; denn die anzie- de Kraft bey a, wo die Abſönderung geſchehen müßte, iſt dem Gewichte des flüßigen Körpers in der angezeigten Höhe gleich (W = P §. 208. V.). Iſt nun bc kleiner, ſo kann die Kraft bey a von dem flüßigen Körper in bc unmöglich überwunden werden. Und dennoch müßte das geſchehen, wenn bc jene Höhe übertrift, welche ſonſt der flüßige Körper in dieſem Röhrchen erreichen würde. In dieſem Falle würde ja das Gewicht des flüßigen Säul- chens größer ſeyn, als die zurückhaltende Kraft des Rin- ges a (§. 208. III.). Auch eine Abſönderung in d oder anderswo von flüßigen Theilen iſt unmöglich; **einmal,** weil der Zuſammenhang des flüßigen Kör- pers an und vor ſich erklecklich iſt, ſein eigenes ganzes Gewicht in der gewöhnlichen Höhe zu tragen. **Her- nach;** weil dadurch offenbar ein luftleerer Raum ent- ſtehen müßte, das für ſich unmöglich iſt, wie wir unten zeigen werden. Es muß auch niemand irre machen, daß ich nur das Gewicht in bc, und nicht jenes von dem gan- ganzen Arm dc berechne, wenn von der Gewalt auf den Zuſammenhang in a die Rede iſt. Denn db iſt mit ad im Gleichgewichte, und kann zur Ueberwindung des Zu- ſammenhanges mit a eben nichts beytragen.

III. Durch eine ganz kleine Differenz (§. vorg. III.) **der Armeshöhen muß das Aus- fließen bewirket werden;** weil nicht der Zuſam- menhang mit einem Ringe des Röhrchens, ſondern nur jener

der

der flüßigen Theilchen unter ſich, und zwar nicht der Zuſammenhang einer ganzen Lamelle, die einen Ring des Röhrchens ausfüllt, ſondern nur deſſen Peripherie allein muß überwunden werden. Denn nur in der Peripherie wird dieſe Lamelle von andern flüßigen Theilchen abgeſöndert. Dazu erkleckt ein ganz kleines Gewicht; und wie durch dieſes das wirkliche Ausfließen anfängt, alſo muß es auch fortgeſetzt werden, ſo lang die Oeffnung des kürzern Armes den flüßigen Körper berührt.

* Alle dieſe Erklärungen zeigen ganz deutlich, wie vergeblich viele Phyſiker die Urſache dieſer Beobachtungen in dem Drucke der Luft geſucht haben.

** Ueber gegenwärtige Materien kann man Muſchenbröck Diſſ. Phyſ. Experim. C. V. Exper. I. II. III. XIII. Joſeph Weinbrecht in Actis Academ. Reg. Petrop. Tom. IX. ad an. 1737, Sirgogne Inſtit. Phyſ. Newton. und meine Abhandlung de vaſis capillaribus P. I. C. II. nachleſen.

*** Die Anwendung dieſer Materie macht die ſonderbare Phyſik in dem Thier- und Pflanzenreiche.

Von dem Gleichgewichte der flüßigen Körper mit den feſten.

§. 214.

I. Hauptſatz. Ein feſter Körper, auf den flüßigen hingelegt, muß ſich in dieſen ſo lang hineinſenken, und abwärts ſteigen, bis der von ſeinem Innbegrife ausge-

geſchloſſene flüßige Theil ein ſolches Gewicht erhält, das dem eingeſenkten gleich kömmt. Denn der feſte Körper ſenkt ſich ſo lang, bis die entgegenwirkende Kraft ſeinem Gewichte gleicht. Nun aber Wirkung und Gegenwirkung wird nur im angenommenen Falle einander gleich.

I. Hat der feſte Körper mit dem flüßigen einerley ſpecifiſche Schwere; wird er ruhen, alsbald er ganz eingeſenkt iſt. Denn ſchon dort gleicht das Gewicht des ausgeſchloſſenen flüßigen Körpers jenem des eingeſenkten.

II. Iſt er aber ſpecifiſch leichter, als der flüßige; wird eine völlige Einſenkung unmöglich: weil die Gleichung zwiſchen dem Gewichte des eingeſenkten und des ausgeſchloſſenen Körpers ſchon eher ihre Wirklichkeit erhält.

* Daher die Einſenkung deſto kleiner wird, je größer das Uebermaaß der Schwere im flüßigen Körper iſt.

III. Wäre er endlich ſpecifiſch ſchwerer, müßte er nothwendig zu Boden fallen, wenn anders der flüßige Körper durchaus gleich dicht iſt. Denn in dieſem Falle kann die Gegenwirkung niemal ſeinem Gewichte gleich kommen.

IV. Hat der flüßige Körper in größerer Höhe größere Dichtigkeit; ſo muß der feſte Körper ſo lange ſinken, bis ſeine und des Flüßigen Schwere gleich werden. Aber auch dort kann er wegen der Geſchwindig-

keit,

keit, die er im Fallen erhalten hat, nicht ſo gleich, ſondern erſt nach wiederholten und immer abnehmenden Schwingungen (§. 28. III.) ruhen.

* Aus dieſen Geſetzen läßt ſich erklären,

1.) warum ein Schif nicht untergehe,

2.) und, wenn es ſchwerer beladen iſt, tiefer,

3.) endlich aber gar verſenket werde;

4.) wie die Fiſche in dem Waſſer auf und abſteigen,

5.) Was das Verhältniß der ſpecifiſchen Schwere zum Flug der Vögel beytrage,

6.) wie es mit der Bewegung des Carteſianiſchen Teufels hergehe,

7.) wie in dem nämlichen Waſſer der erwärmete Körper ſteige, und der erkaltete falle,

8.) warum ein Kadaver untergehe, bey angehender Fäulniß wieder aufſteige, und hernach wieder zu Boden ſinke.

9.) wie und wann ein Thier im Waſſer ſchwimme,

10.) Warum metallene Gefäße im Waſſer nicht untergehen, und endlich

11.) wie man die Wäſſer- Wein- und Salzwaage verfertigen und gebrauchen müſſe.

§. 215.

II. Hauptſatz. Der Innbegrif des ins Waſſer geſenkten Theiles verhält ſich zum Innbegrif des ganzen Körpers, wie die ſpecifiſche Schwere des feſten zu jener

des

des flüßigen Körpers im Falle daß dieſer ſpecifiſch ſchwerer iſt. Das Gewicht des ganzen feſten Körpers iſt dem Gewichte des ausgeſchloſſenen Waſſers vollkommen gleich (§. vorg.); mithin iſt die ſpecifiſche Schwere des Waſſers zu jener des feſten Körpers verkehrt, wie der Innbegrif des feſten Körpers zum Innbegrif des ausgeſchloſſenen Waſſers. Es iſt aber auch der Innbegrif des Waſſers jenem des eingeſenkten Theiles gleich; mithin muß ſich der Innbegrif des ganzen Körpers zu jenem des eingeſenkten Theiles, wie die ſpecifiſche Schwere des Waſſers zu jener des eingeſenkten Körpers verhalten, d. i. wenn ich die Innbegrife V, v; und die Schwere G, g heiße, wird $G : g = v : V$ ſeyn.

I. Ich kann alſo aus der vorher bekannten Proportion der ſpecifiſchen Schwere ausfindig machen, wie weit z. B. ein Schiff müſſe eingeſenkt werden, oder, wenn die Einſenkung bekannt iſt, wie ſich die ſpecifiſchen Schweren untereinander verhalten.

II. Eben ſo kann man aus dem bekannten Gewichte des ganzen Schiffes, und dem Gewichte eines Cubickſchuhes vom Waſſer die Grade der Einſenkung, oder aus dieſem, und aus der Schwere eines Cubickſchuhes vom Waſſer das Gewicht des ganzen Schiffes leicht angeben. Denn wenn man den Innbegrif eines Cubickſchuhes $= v$ und ſeine Schwere $= p$, den Innbegrif des eingeſenkten Theiles $= V$, und die Schwere des ganzen Schiffes $= P$ annimmt, wird $P : p = V : v$; $P = \frac{Vp}{v}$, und $V = \frac{Pv}{p}$ ſeyn.

§. 216.

III. **Hauptſatz. Die Wirkung des in einen flüßigen eingeſenkten Körpers auf das, an dem er hängt, oder zuvor gehangen hat, nimmt in dem nämlichen Verhältniſſe ab, in welchem das Gewicht des ausgeſchloſſenen flüßigen Körpers zunimmt.** Denn die Wirkung des flüßigen auf den feſten gleicht dem Gewichte des ausgeſchloſſenen (§. 214.); **mithin trägt der flüßige Körper ſo viel, als ſein Gewicht ausmacht,** d. i. die Wirkung auf das, auf was der feſte Körper vorher gewirket hat, nimmt im nämlichen Maaße ab, in dem das Gewicht des ausgeſchloſſenen zunimmt.

I. Iſt alſo der eingeſenkte Körper oder von gleicher oder gar von kleinerer ſpecifiſchen Schwere als der flüßige, **wird jener ganz von dieſem getragen;** folglich iſt alle Wirkung auf einen andern Körper unmöglich.

II. Iſt aber ſeine ſpecifiſche Schwere größer, **verliert er nur einen Theil ſeiner Kraft auf andere Körper.**

§. 217.

III. **Der Verlurſt des Gewichtes in dem nämlichen Körper, wenn er in mehrere flüßige Körper von verſchiedener Schwere ganz verſenkt iſt, verhält ſich wie die ſpecifiſche Schwere eben dieſer flüßigen Körper.**

Denn

Denn der Innbegrif des ausgeſchloſſenen bleibt immer gleich;, alſo verhält ſich ſein Gewicht, wie die ſpecifiſche Schwere; nun aber der Verlurſt iſt dem Gewichte gleich, mithin auch der Schwere. A : a = G : g, wenn ich den Verlurſt A, a und die Schwere G, g heiße.

§. 218.

IV. Wenn aber verſchiedene Körper von gleichem Gewichte in dem nämlichen flüßigen z. B. im Waſſer gewogen werden, haben die verlohrnen Gewichter mit der ſpecifiſchen Schwere der eingeſenkten Körper ein verkehrtes Verhältniß. Der Verlurſt des gewichtes iſt dem Gewichte des ausgeſchloſſenen Waſſers gleich, dieß iſt wie der Innbegrif, weil der flüßige Körper von der nämlichen Art angenommen wird. Der Innbegrif iſt mit der ſpecifiſchen Schwere im verkehrten Verhältniſſe: mithin ꝛc.

* Wenn ich die Schwere G : g das verlohrne Gewicht A : a den Innbegriff V : v nenne, erhält der Beweis die faßlichſte Form:

$$A = V$$

$$V = \frac{1}{G}$$

Mithin auch $A = \frac{1}{G}$

und G : g = a : A = v : V.

** Dieſe Wahrheiten (§. vorg. und gegenw.) ſetzen van Muſchenbröck (a) in den Stand, die ſpecifiſch-

(a) Inſtit. Phyſ. P. I. am Ende.

Schwere der meiſten Körper zu entdecken, wie aus nachſtehendem Tabellauszuge offenbar iſt.

Metalle.

Kupfer	japoniſches	9, 000.
	ſchwediſches	8, 784.
	geſchlagenes	2, 991.
Meßing	geſchlagener	8, 349.
	gegoſſener	8, 000.
Silber	feines	11, 091.
Gold	feinſtes	19, 640.
Bley	deutſches	11, 310.
	engliſches	11, 325.
Queckſilber	deutſches	14, 000.
	100 mal mit Gold deſtillirtes	13, 550.
	100 mal mit Silber deſtillirtes	13, 580.

Steine und Glas.

Achat	der engliſche	2, 512.
	Bleichrothe	2, 631.
Diamant		3, 517.
Alabaſter		1, 872.
Arſenik	rother	3, 223.
	gelber	3, 313.
Magnet		4, 585.
Selenit		2, 322.
Smaragd		3, 095.
Kieſel		2, 542.
Sand	weißer	2, 631.

Glas

Glas	weißes engliſches	3, 510.
	gemeines grünes	2, 666.

Salze.

Alaun	1, 714.
Borax	1, 720.
Pottaſche	3, 112.
Salpeter	1, 900.
Salmiak	1, 453.
Glaubers Wunderſalz	2, 246.

Gehölze.

Ahorn	0, 755.
Erle	0, 800.
Pomeranzenholz	0, 705.
Bux	1, 031.
Kirſchholz	0, 715.
Buche	0, 783.
Eſchenholz	0, 734.
Wacholder	0, 556.
Pappeln	0, 383.
Linde	0, 604.
Ulmenholz	0, 600.

Flüßige Körper.

Waſſer	Regen	1, 000.
	Meer	1, 030.
	Brunnen	0, 999.
	Fluß	1, 009.

Schei-

Waſſer	Scheide	1, 300.
	König	1, 234.
Oel	Mandel	0, 928.
	Nelken	1, 034.
	Zimmet	1, 035.
	Oliven	0, 913.
	Terpenthin	0, 792.
Wein	Burgunder	0, 953.
	Champagner	0, 962.
	Moſeler	0, 916.

Von den flüßigen Körpern, die aus einem gefüllten Gefäße durch kleine Oeffnungen hervorſpringen.

§. 219.

Erfahrungen. I. Wenn an einem etwa 4 Schuhe hohen Cylinder (Fig. XIX.) unten eine Oeffnung mittels einer beweglichen Nuße ſeitwärts in e ſo angebracht wird, daß man dieſer Oeffnung alle möglichen Richtungen geben kann; wird das Waſſer aus dem gefüllten Cylinder nach der Richtung, die der Oeffnung gegeben worden, hervorſpringen.

II. In dem Cylindriſchen Gefäße ABCD (Fig. XVII.) wenn der untere Theil bis v o p l mit **ſchwarzen** Waſſer gefüllt wird, und alsdenn über dieß ein **helles** Waſſer durch eine ganz kleine Oeffnung durch den Hahn e ganz ſanft hineinfließt; wird nach und nach das Gefäß bis c d, und zwar der Raum v c d l mit hellem, der untere aber bis v l mit ſchwarzem Waſſer gefüllet werden. Nimmt man den Hahn e hin-

weg

weg, ſo läuſt das Waſſer ſowohl aus dem kleinern Cylinder ab, als aus dem größern Gefäße ABCD heraus.

* In dieſer Erfahrung iſt zu bemerken,

1.) Daß das ſchwarze Waſſer auch beym Ablaufen nicht mit dem hellen in dem Gefäße ABCD vermiſcht werde;

2.) Doch zugleich mit ihm durch die Oeffnung op ausfließe, ob es gleich in einer kleinern Höhe, als die Oeffnung ſelbſt ſteht,

3.) und endlich daß, nachdem ſich das Waſſer bis zur Oeffnung ausgegoſſen, ein ziemlicher Theil von dem Raume vlCD mit hellem Waſſer ober dem ſchwarzen erfüllet werde.

§. 220.

Folgeſätze. I. Der flüßige Körper, der durch eine kleine Oeffnung herausgedruckt wird, wird nach der Richtung eben dieſer Oeffnung bewegt (§. vorg. I.). Denn ſeine Theile werden, in jeder Höhe, nach allen Richtungen gedruckt; mithin auch nach jener der Oeffnung.

II. Wenn der Durchmeſſer der Oeffnung zu jenem des Gefäßes ein ganz kleines Verhältniß hat; wird nicht nur das Waſſerſäulchen, das unmittelbar ober der Oeffnung ſteht, ſondern auch das Waſſer von allen Seiten her ausfließen. Denn es werden alle Theile nach jeder Richtung gedrückt; mithin müſſen alle gegen die Oeffnung bewegt werden, und durch dieſe ausfließen (§. vorg. II. 2.).

III.

III. Auch auf die wirklich ausflieſſenden Theile iſt der Druck wie die Höhe (§. 201.). Denn nur alsdenn muß die Wirkung auf einen bewegten kleiner als auf einen ruhenden Körper seyn, wenn die Bewegung und Wirkung einerley Richtung haben. Nun aber dieß iſt nicht möglich; weil beym Ausfließen die Waſſertheilchen von allen Seiten her und ſo gar aufwärts gegen die Oeffnung bewegt werden.

IV. Der Druck bleibt einerley, die Oeffnung mag größer oder kleiner ſeyn, wenn nur ihr Verhältniß gegen das Gefäß ſehr gering iſt. 2.) Eben dieß gilt von der Geſchwindigkeit.

§. 221.

Die Geſchwindigkeit des durch die Oeffnung hervorbrechenden Waſſers iſt wie die Maſſe. Die Maſſe können wir oder als einen Cylinder, wenn die Oeffnung rund iſt, oder als ein Prisma, oder als einen andern gleichförmigen Körper nach Art der Figur, die der Oeffnung zukömmt, denken. Die Maſſe iſt alſo allzeit, weil doch die Oeffnung dieſes Gefäßes die nämliche bleibt, wie die Länge dieſes Cylinders u. ſ. w. Nun die Geſchwindigkeit verhält ſich eben wie dieſe Länge, weil ſie in gleichen Zeiten allemal wie der durchgeloffene Raum iſt. Mithin iſt $C : c = M : m$.

I. Wenn ähnliche Oeffnungen, die doch immer ein kleines Verhältniß zum Durchmeſſer des Gefäßes haben müſſen, ungleich ſind; verhalten ſich die Maſſen, die in gleicher Zeit mit gleicher Geſchwindigkeit hinausgedruckt werden, wie die Quadrate ähnlicher Seiten $D^2 : d^2$.

II. Sind

II. Sind aber ſowohl die Oeffnungen, als die Geſchwindigkeit gleich; ſo verhält ſich die Maſſe wie die Zeit $M : m = T : t$. Denn die Maſſen ſind wie die Räume, die das Waſſer durchläuft, und die Räume wie die Zeiten.

III. Zuſammengerechnet iſt alſo $M : m = CD^2T : cd^2t$.

IV. Weil denn $M : m = CT : ct$; ſo muß, wenn $M = m$ iſt, $CT = ct$, mithin $C : c = t : T$ ſeyn.

§. 222.

Verſuche. Ich ließ einen blechernen Cylinder (Fig. XIX.) ABCD, im Durchſchnitte 2 Zoll und 8 Linien, mit Waſſer füllen, und oben bey AB eine flache Schüſſel anmachen, durch welche das Waſſer ſanft in den Cylinder floß, und ihn auch bey dem Ausfließen voll erhielt. Nun an dieſen Cylinder brachte ich

1.) in der Höhe = 9 Zoll eine kleine Oeffnung in f an, welche im Durchſchnitte 1 Linie hatte, und durch dieſe Oeffnung fieng ich das Waſſer in einem Gefäße auf, das $18\frac{1}{2}$ Cubikzoll faßte; dieß Gefäß ward in einer Zeit von 46″ gefüllt, da das Waſſer im Cylinder immer von gleicher Höhe = 9 Zoll war.

2.) Alsdenn brachte ich eine Oeffnung, die im Durchſchnitte abermal 1‴ hatte, in der Höhe = 3 Schuhe in e an; und das Gefäß von $18\frac{1}{2}$ Cubickzoll ward in einer Zeit = 23″ gefüllt.

3.) Eben ſo, da ich das Waſſer in der Höhe = 9 Zoll und hernach in der Höhe = 3 Schuhe durch die nämliche Oeffnung laufen ließ; ward das Gefäß in der Höhe = 9 Zoll innerhalb 26″ einmal, in der Höhe = 3 Schuhe aber zweymal gefüllt.

§. 223.

I. Wenn ich alſo die Höhe A und a, die Zeit, in welcher gleiche Maſſe ausfließt, T und t nenne;

$$\text{ſo iſt } A : a = 3 : 9$$
$$= 4 : 1 \text{ (Fig. XIX.)}$$
$$\sqrt{A} : \sqrt{a} = 2 : 1.$$
$$\text{Nun aber } T : t = 23 : 46 \text{ (§. vorg. 1. 2.)}$$
$$= 1 : 2$$
$$= \sqrt{a} : \sqrt{A}.$$

II. Weil $C : c = t : T$, (§. 221. IV.);

iſt $C : c = \sqrt{A} : \sqrt{a}$.

III. Und weil ferner $C : c = M : m$ (§. 221.);

iſt auch $M : m = \sqrt{A} : \sqrt{a}$.

IV. Wenn ich alſo in der vorigen Proportion

$$M : m = CD^2T : cd^2t \text{ (§. 221. III.)}$$

ſtatt der Geſchwindigkeiten die Wurzelhöhen anſetze, wird

$$M : m = D^2T\sqrt{A} : d^2t\sqrt{a}$$

die Quantität der ausfließenden Maſſen ausdrücken.

* Daß $C : c = \sqrt{A} : \sqrt{a}$ ſeyn müſſe, beweiſet die Erfahrung. Allein wo liegt der hinlängliche Grund dieſer Erfahrung? — Meine Vorſtellung iſt dieſe:

Wenn ein Theil, der mittels des Druckes durch die Oeffnung hervorſpringt, wirklich durch die Höhe, welche mit dem Drucke im Verhältniſſe ſtünde, gefallen wäre; müßte $C = \sqrt{A}$ ſeyn (§. 138. IV.). Mithin muß auch dieß eben ſo durch den Druck geſchehen; denn gleichwie in jedem Theile der Höhe ein neuer Grad von Geſchwindigkeit erhalten wird, ſo wächſt auch der Druck mit der Höhe.

P. Georg Kratz zeigte durch Verſuche, und analitiſche Beſtimmungen, daß ſich die Geſchwindigkeiten in verſchiedenen Höhen genau unter ſich verhalten, wie ihre Wurzelhöhen; hingegen die Geſchwindigkeit in einer her-

vor=

vorſpringenden Waſſerader nur dort der Wurzelhöhe vollkommen gleich werde, wo ſie kleiner und zuſammengezogener erſcheint (vena contracta); und dieß geſchieht erſt in einer Entfernung von der Oeffnung. Siehe die Abhandlung Principia Hydraulica P. Georgii Kraz S. J. edita a P. Joanne Kerſchbaumer Ingolſtadii 1770.

** Warum Bellidors Beweis in dieſem Punkte unrichtig ſey; wird in den Vorleſungen erkläret werden.

*** Letztlich kann man ohne Gefahr eines beträchtlichen Fehlers die Höhe von dem Mittelpunkte oder Oeffnung berechnen. Man könnte zwar genau beſtimmen, von welchem Punkte an eigentlich die Höhe müßte betrachtet werden; allein es ſcheint mir, bey Anfängern die Mühe nicht zu belohnen.

Von der Wellebewegung
de motu undulatorio.

§. 224.

Jene Bewegung, durch welche ein Theil Waſſer über die Oberfläche des Uebrigen wechſelweiſe erhöhet, und unter dieſe erniedrigt wird, nenne ich eine **Wellebewegung.** Die Höhe, welche das Waſſer ober der Fläche bekömmt, heißt **Wellehöhe**, und jede mit der übrigen Waſſerfläche parallele Linie, die den Raum der Welle nach der Breite, oder nach der Länge ausmißt, wird **Wellebreite**, und **Wellelänge** genennt.

* Von dieſer Bewegung werde ich nur ſo viel unterſuchen, als ich nach der Hand brauchen werde, in den folgenden Theilen der Phyſik verſchiedene Erſchei-

tungen zu erklären. Die Sache deutlicher zu machen, werde ich mich zweyer mittheilender Cylinder mit Newton bedienen.

§. 225.

Wenn zween mittheilende Cylinder (Fig. XX.) vom gleichen Durchmeſſer, A und B, mit Waſſer bis d und g gefüllt ſind, und das Waſſer durch eine äußere Gewalt bis e hinuntergedruckt, und hiedurch in dem Cylinder B bis f erhöhet wird, ſo muß, alsbald dieſe Gewalt zu wirken aufgehört, 1.) **eine ſchwingungsförmige Bewegung entſtehen, 2.) in der ſich die Schwingungen zu gleichen Zeiten endigen.** Denn das Waſſer kann in dem Rohre A nicht bis e hinuntergedruckt werden, wenn es nicht in B bis f hinaufſteigen würde, und wegen der Differenz in der Höhe = fh eine gleiche Differenz im Drucke entſtünde. Mithin kann das Waſſer wegen anhaltender Differenz des Druckes nicht ruhen, ſondern muß wenigſt ſo lange in B ſinken, und in A aufſteigen, bis die Höhe in d und g gleich wird. Aber auch in dieſem Falle bleibt die Ruhe unmöglich; denn durch die ganze Zeit des Herabfallens hält die **Differenz** an, und macht eine **beſchleunigte Bewegung**. Es muß alſo das Waſſer in d und g die größte Geſchwindigkeit erreichen, welche hinlänglich iſt, das Waſſer in einem Rohre nach Maaße, als es im andern gefallen, wieder zu erhöhen. Erhält das Waſſer auf dieſe Art die Höhe c im Rohre A, muß es aus gleicher Urſach in A ſinken, und ſich in B erhöhen, d. i. **in eine ſchwingungsförmige Bewegung** verſetzet werden. 2.) **Dieſe Schwingungen ſind gleichzeitig.** Denn weil ſich die Differenz der Höhe allemal wie der Raum, den das Waſſer durchläuft, verhalten

muß

muß, ſo iſt auch die Urſache der Bewegung der Druck wie der Raum. Kürzer: $A : a = V : v$

$$= S : s$$

Mithin wird $V : v = S : s$

und $Vs = vS$. Es iſt aber auch

$$T : t = \frac{S}{C} : \frac{s}{c} \quad (\text{§. 136.})$$

$$V : v = C : c \quad (\text{§. näml.})$$

mithin $T : t = \frac{S}{V} : \frac{s}{v}$

$$= Sv : sV$$

Da nun $Sv = sV$, iſt auch

$$T = t.$$

§. 226.

Folgeſätze. I. Wenn auch in einem offenen Waſſer ein Theil der Oberfläche durch eine Gewalt gedrückt wird, muß ſich ringsherum eine Welle erhöhen. Denn das gedruckte Waſſer läßt ſich nimmer ſo leicht zuſammen drucken; mithin muß es weichen, und im Weichen findet es nur in der Höhe keinen Widerſtand.

II. Je ſtärker die äußere Gewalt auf das Waſſer wirkt, deſto höher und breiter muß die Welle werden. Denn die Menge des weichenden Waſſers hängt von der Größe der äußern Kraft ab, und beſtimmet hinwieder die Größe der Welle.

III. Aus der erſten Welle entſteht die zweyte, und aus dieſer die dritte u. ſ. w. Denn das zuvor erhöhte und nun ſinkende Waſſer drückt und erhöht ein anders. Mithin müſſen die Wellen von dem Orte der erſten Gewalt nach allen Richtungen fortgehen.

IV.

IV. Iſt die erſte Welle in einem Zirkel entſtanden, erhält auch die zweyte eben dieſe Figur, doch mit dem Ausnahme, daß ihre Peripherie wachſe, wie der Radius oder die Entfernung von dem Orte des erſten Druckes auf das Waſſer 2.) Iſt die erſte Entfernung eben nicht zirkelförmig, ſondern Oval, oder von einer andern Figur, wird es auch die zweyte ſeyn. 3.) Wirkt die Gewalt unter einem gar kleinen Winkel auf das Waſſer; kann nimmer eine zirkelförmige Bewegung entſtehn, weil ſchon der erſte Druck des Waſſers nach der Länge geſchieht.

V. Die Höhe der Wellen nimmt immer ab, je entfernter ſie von dem Orte der erſten Entſtehung ſind, oder was eines iſt, je größer ihre Peripherien werden. Denn die zuerhöhende Maſſe wird immer größer, weil die Peripherie mit der Entfernung wächſt.

* Allein nicht nur die Peripherie, ſelbſt die Breite der Wellen wächſt mit der Entfernung. Denn weil die Geſchwindigkeit anfangs die Größte iſt, kann ſie in den erſten Wellen nicht ſo vielen Theilen der Breite nach mitgetheilet werden. Die Geſchwindigkeit iſt ja mit der Zeit im verkehrten Verhältniſſe; mithin iſt dieſe anfangs ſehr klein, und die Welle wird eher erhöhet, als die Geſchwindigkeit den entferntern Theilen kann mitgetheilet werden. Wächſt aber die Maſſe mit der Peripherie; wird die Geſchwindigkeit gemindert, und eben darum mehrern Theilen mitgetheilt.

VI. Mithin (V.) müſſen die Wellen endlich vollkommen aufhören; ob ſie gleich rings-

herum auf der Oberfläche des Waſſers, ſo lange noch eine Kraft übrig iſt, fortgeſetzt werden.

* Hingegen würden die Schwingungen in den mittheilenden Cylindern (§. 225.) niemal aufhören, wenn nicht das Reiben an den Wänden die Schwingkraft hemmte.

VII. Auch dieſe abwechſelnde Erhöhung und Erniedrigung geſchieht in gleichen Zeiten; weil auch in dem offnen Waſſer, wie in den Cylindern, V : v = S : s und in Abſicht auf die Zeit vollkommne Gleichheit iſt (§. 225.).

§. 227.

Beobachtungen und Verſuche.

I. Wenn in ein ruhendes Waſſer mehrere Regentropfen oder zugleich, oder bald nacheinander ſanſt hinfallen; entſtehen in der Oberfläche zirkelförmige Wellen.

II. Dieſe Wellen ſchneiden ſich ganz ordentlich ohne ſich zu verwirren.

III. Beydes erfolgt auch, wenn auf ein ruhiges Waſſer mehrere Körper zugleich hingeworfen werden.

§. 228.

I. In dieſen Beobachtungen und Verſuchen gehören die auffallenden Tropfen und die hingeworfenen Körperchen zur äußern Gewalt (§. 225.).

II. Es entſteht in einer Welle eine neue nach einer andern Richtung; wenn eine äußere Kraft auf das Waſſer zugleich an mehrern Orten in nicht zu großen Entfernungen gewirkt.

§. 229.

Wenn mehrere Wellen auf der nämlichen Oberfläche in verſchiedenen Orten entſpringen; werden ſie ſich ohne Ver-

wir

wirrung ganz ordentlich durchkreuzen. Denn ein wechſelndes Vertiefen und Erhöhen iſt auch in dem ſchon erhöhten oder vertieſten Waſſer nothwendig, alsbald die hinlängliche Urſache vorhanden iſt. Sie kömmt zum Vorſchein, wenn eine Welle von einer andern Richtung her auf die vorige wirkt; dieſes Wirken geht in den erhöhten und geſunkenen Theilen eben ſo wie auf der ebnen Fläche vor; mithin kann nimmer eine Verwirrung entſtehen.

* Wenn Körperchen oder zu viel oder zu geſchwind nacheinander auffallen; ſcheint es dem Auge, daß Verwirrung entſtehe. Allein dieſe Trügidee rührt nur von dem Unvermögen her, alle zirkelförmige Bewegungen einzeln überſehen zu können.

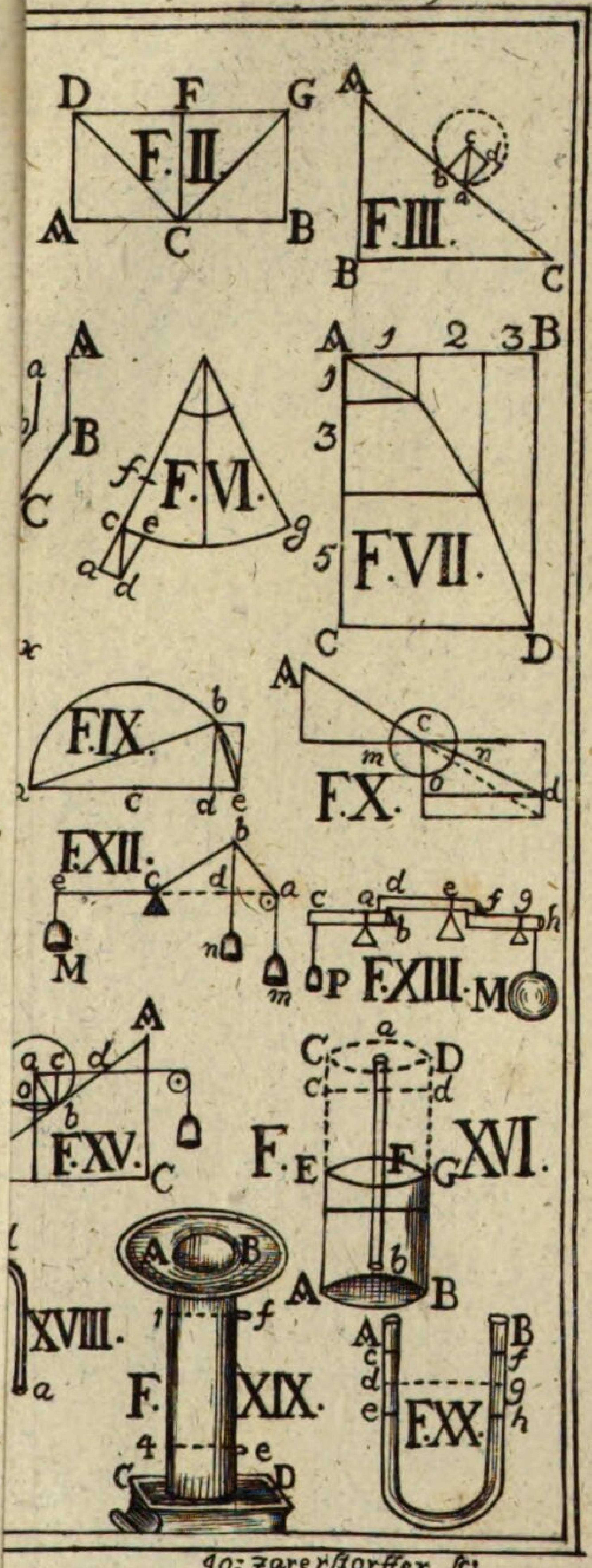
§. 230.

Iſt das Waſſer, in dem dieſe Wellen rege werden, ſchon zuvor in Bewegung; müſſen die Wellen nach der Richtung dieſer Bewegung weiter ausgedehnet werden. Denn nach dieſer Richtung wird das von ſich erhöhte oder vertiefte Waſſer durch die gemeinſchaftliche Bewegung mit fortgeführt, nach der entgegengeſetzten Richtung aber zurückgehalten und abwärts getrieben. Mithin muß die Welle nach der günſtigen Richtung ausgedehnt, nach der widrigen gehemmet werden.

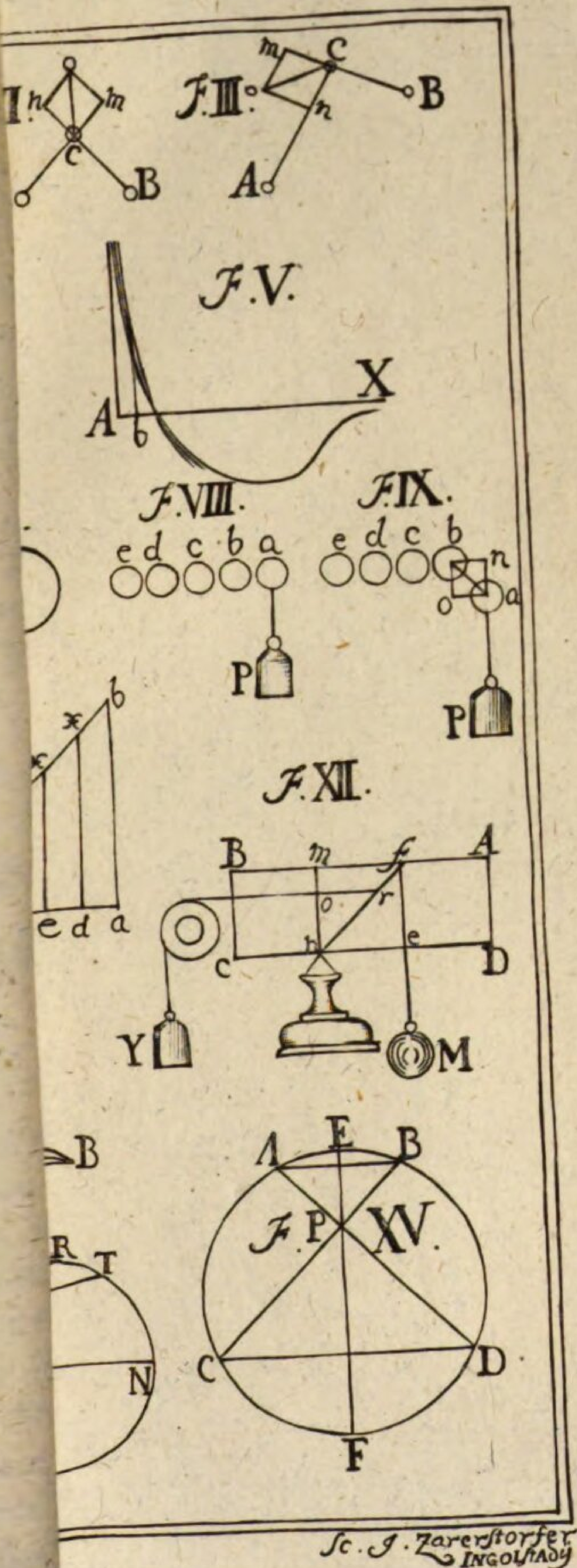
I. Nur in ſtillen ruhigen Wäſſern können alſo zirkelförmige Wellen entſtehen.

II. In ſtark bewegten oder gar fließenden Wäſſern muß das Regelmäßige der Figur eine Abänderung leiden.

* Von der Wellenbewegung könnte ich freylich noch vieles ſagen; allein wenn ich der Abſicht, ein Elementarbuch zu ſchreiben, getreu bleiben will, mußte ich mich mit den Hauptſätzen begnügen, und zugleich auf den Nutzen und die Faßlichkeit meiner Schüler ſehen.



Jo: Zarerſtorffer Sci



Sc. J. Zarerstorfer INGOLSTADY

Dritter Theil

Von den chemiſchen Elementen.

Aus den Kräften, welche den phyſikaliſchen Elementen, d. i., jenen, die gar keine Ausdehnung geſtatten, eigen ſind, habe ich, ohne eine willkührliche Hypotheſe anzunehmen, die **allgemeinen** Eigenſchaften der Körper (I. Theil) und die Geſetze der Bewegung und des Gleichgewichtes (II. Theil) erklärt. Da ich nun die Körper **insbeſondere**, und ihre zerſchiedene Eigenſchaften abzuhandeln im Begriffe bin: ſcheint es mir vor allen nöthig zu ſeyn, daß ich ihre Beſtandtheile, welche zwar in ſich, und phyſikaliſch betrachtet, nicht mehr einfach ſind, doch aber durch Kunſt weder ferner zertheilt, noch aus einfachern zuſammengeſetzt werden können, unterſuche, und ſo genau, als es nur möglich iſt, beſtimme;

denn was werden wir von einem aus Feuer, Luft, Waſſer ꝛc. zuſammengeſetzten Körper ſagen wollen, da wir jene nicht vorher kennen gelernt haben?

§. 231.

Ein **chemiſches Element** nenne ich jenen Körper, der ſich nimmer in ungleichartige Theile zerſetzen läßt, jedoch mit andern von ungleicher Art einen neuen Körper ausmacht.

* Was ich hier ein chemiſches Element nenne, das kömmt bey andern auch unter der Benennung, Anfang der Natur (*a*) oder uranfängliche erſte Beſtandtheile ꝛc. (*b*) vor. Ich aber eigne ihnen dieſen Namen zu 1.) weil uns die chemiſchen Verſuche bey ihrer Beſtimmung das Licht anzünden müſſen, und 2.) damit ich ſie von den phyſikaliſchen, ganz einfachen, unausgedehnten Subſtanzen (§. 3. 4.) unterſcheide.

I. Ein chemiſches Element iſt alſo ſchon eine Zuſammenſetzung, eine Materie, und hat ſeine Ausdehnung.

II. Wenn auch ein Körper wirklich in ungleichartige Theile nicht könnte aufgelößt werden, ſo hat er doch keinen Ort unter den chemiſchen Elementen, wenn er nicht auch einen Beſtandtheil eines andern fremden Körpers ausmacht. Daher iſt z. B. ein vollkommenes Metall, Gold, Silber, wenn man bey ſeiner Aufloſung gleich keine andere, als Gold- und Silbertheile erhält, dennoch kein chemiſches Element zu nennen, ſo lange man nicht auch zeigt, daß es ein wahrer, und eigentlicher Beſtandtheil andrer Körper ſey.

§. 232.

(*a*) Succow in der phyſiſchen Scheidekunſt.
(*b*) Baume Experimentalchemie IV. Klaſſe VIII. Art.

§. 232.

Beobachtung, und Verſuche. I. Das Licht, was es nur immer ſeyn mag, gehet durch Glas, Kryſtall, Luft ꝛc. 2.) Aus allen, auch aus den kälteſten Körpern, ſogar aus einem elektriſirten Eiſe, wenn es von einem unelektriſirten berühret wird, brechen Feuerfunken hervor. II. Wenn die Lichtſtralen mit einer Linſe, oder einem Hollſpiegl geſammelt werden, ſchmelzen oder verkalchen ſie einen ſchmelzbaren Körper, entzünden einen brennlichen, tröcknen einen feuchten aus, und bringen jede Aenderung hervor, die wir ſonſt von einer Flamme oder anderm Feuer erhalten. III. Die Luft läßt ſich mit keiner Gewalt durch Glas oder Kryſtall dringen, 2.) die bewegte Luft ſetzt die nächſte gleichfalls in Bewegung, weil ſie von dieſer nicht durchgelaſſen wird. 3.) Körper, aus welchen wir beym Elektriſiren häufiges Feuer erhalten, geſtatten der Luft keinen Durchgange, z. B. die Metalle.

I. Es iſt alſo in der Natur ein flüßiger, höchſt feiner Körper vorhanden, dem beſondere und von der Luft zerſchiedene Eigenſchaften zukommen.

II. Dieſer befindet ſich auch in den **kälteſten Körpern.**

III. Und kann von dem Lichte nicht ganz zerſchieden ſeyn; wenn man je von gleichen Wirkungen (II. Verſ.) und Eigenſchaften auf eine ähnliche Urſache den Schluß machen darf.

* Alleine aus allem dem läßt ſich noch nichts vollſtändiges von der Natur des reinen Feuers angeben; es

 müſſen

müſſen mehrere Stücke auseinander geſetzt werden, und alsdann auch wird es noch ſchwer fallen, entſcheidend zu reden.

§. 233.

In allen drey Reichen der Natur finden ſich brennliche Körper vor. Aus dem **Mineralreiche** erhalten wir Schwefel, Steinkohlen ꝛc. Aus dem **Pflanzenreiche** Holz, Rinden, Blätter ꝛc. allerhand Oele, Harz, Gummi ꝛc. Aus dem **Thierreiche** Schmalz, Unſchlitt ꝛc.

§. 234.

Verſuche mit dieſen Körpern. I. Werden ſie in geſchloſſenen Gefäſſen, oder im offenen Feuer chemiſch unterſuchet, erhält man 1.) urſprünglich riechende Geiſter (Spiritus nativos odoratos), 2.) Waſſer, 3.) flüchtiges ſaures, und alkaliſches Salz, 4.) Flüchtiges, riechendes, und ſaures Oel, 5.) Ein mehr fixirtes Oel, 6.) Kohlen. II. Stellt man eine beſondere Unterſuchung von jedwedern dieſer Beſtandtheile an: ſo zeigt ſichs, daß nur die Kohlen, und die Oele entzündlich ſind.

I. **In dieſem Oele, und in dieſen Kohlen muß alſo allein der Grund zur Entzündung liegen;** denn ſonſt müßten ſich auch die übrigen mitverbundenen Körper entzünden laſſen.

II. Will man ſodenn der Natur des Feuers näher kommen: **ſo muß man es an dieſen beyden Dingen verſuchen und ſehen, ob, und welche fernere Beſtandtheile ſie haben.**

§. 235.

Weitere Verſuche. I. Wenn das in der vorigen Operation erhaltene Oel öfters deſtillirt wird, ſo überkömmt man, ſonderbar in der erſten Deſtillation, abermal Waſſer, und einen ſchwarzen kohlartigen Körper. II. Die Kohle, wenn man ſie in offenem Feuer verbrennt, läßt Aſchen zurück, und die ausgelaugte Aſche giebt Erden, und alkaliſche Salze. 2.) Wird aber dieſe Kohle in einer Retorte von aller Feuchtigkeit befreyt, und dann mit Feuer getrieben, ſo glüht ſie, ohne, daß ſich mehr Dünſte zeigen. 3.) Und nach Erkaltung der Retorte findet ſich die alte Kohle in dem nämlichen Gewichte vor (a). III. Das durch wiederhollte Deſtillationen ſehr gereinigte Oel, oder in der Sprache der Chemiker, das **Alkohol** haben **Boerhaave**, und **Geofroy** auf folgende Art weiter unterſucht: ſie erhitzten es, bis es rauchte, und dann brachten ſie es unter einen wohlgereinigten Recipienten, der oben eine kleine Oeffnung hatte, welche etwa ein kleiner Finger decken konnte. Der Recipient wurde anfangs völlig undurchſichtig; die Wärme ſtellte ihm aber ſeine Durchſichtigkeit nach und nach wieder zurück. 2.) Nun brachten ſie eine Flamme darunter, und ſogleich ward der Recipient mit Feuer erfüllt, welches aber eben ſo augenblicklich wieder verſchwand, dennoch hatte es das Alkohol entzündet, ſo alsdann auf der Oberfläche immer fortbrann, und ſich langſam verzehrte. 3.) Dieſe ganze Zeit hindurch gieng ein ganz dünner Dampf durch die obere Oeffnung hin, der ſich durch eine hingehaltene Flamme nicht nur nicht entzünden ließ, ſondern dieſelbe auch auslöſchte. 4.) An den Wänden des Gefäßes aber zeigte ſich ein flüßiger Körper in Geſtalt wäßriger Streifen, der nachmals in der Unterſuchung etwas ſalzig, und unentzündlich befunden ward. IV. Das nämliche konnte man

nach

(a) Baumé erläuterte Experimentalchemie p. 242.

nach allen Theilen beobachten, als das Alkohol auf reinen Kohlen unter dem Recipienten ſelbſt auſſott. V. Wenn man auch das reinſte Oel nochmal deſtillirt: ſo bleibt doch allemal eine obſchon ſehr geringe Quantität Erde zurücke.

I. **Nicht nur in dem noch unreinen, auch in dem beſtens deſtillirten Oele iſt noch Waſſer und Salz enthalten.** Der Dampf, welcher den Recipienten anfangs die Durchſichtigkeit raubte, und die an ſeinen Wänden erzeigte ſäurlechte Waſſerſtreife beweiſen es.

II. **Es enthält auch Erdtheile.** (V. Verſ.)

III. **Mithin kann auch das reinſte Oel, oder das Alkohol nicht als ein chemiſches Element angeſehen werden.**

IV. Weil ſich ferner weder Erde noch Waſſer entzünden läßt: **ſo muß die letzte Urſache des Entzündens in der Gegenwart der feinſten Feuertheilchen** (§. 232. I. Folgeſ.) **liegen.**

V. Weil aber dieſe Feuertheilchen aller Orten, auch in den unbrennlichen Körpern zugegen ſind (§. 232. II. Folgeſ.), und aus ihnen durch die Electricität wirklich erhalten werden: **ſo müſſen ſie, um das brennliche Weſen auszumachen, in großer Menge, und auf eine beſondere Art in dem brennlichen Körper fixirt ſeyn,** ſo wie ſie es in dem reinen Oele, und in der Kohle ſind.

VI. Das brennliche Weſen wird alſo in einem **flüßigen Zuſtande,** in dem Oele, und in **einem feſten:**

oder

oder wie Baumé (a) ſagte in vollkommen trockner Geſtalt, in der Kohle nämlich angetroffen.

VII. **Es ſcheint ganz richtig zu ſeyn, daß die Materie, in der die Feuertheile fixirt ſind, keine andere, als die Erde ſey;** denn von der Kohle iſt in der Retorte kein Waſſer zu erhalten (§. 235. II. 2.), und dennoch iſt ſie brennlich: mithin ſind in ihr die Feuertheile nicht durch Waſſer, wohl aber durch Erde fixirt, welche bey der Zerſtörung der Kohle allemal noch zurück bleibt.

§. 236.

Die in den brennlichen Körpern fixirte reine Feuertheilchen ſind in der That ein chemiſches Element; ſie können in ungleichartige Theile nicht zerſetzt werden, oder wer hat die Verſuche dafür gemacht? ſie ſind wahre Beſtandtheile des brennlichen Körpers, und machen mit andern ungleichartigen Theilen, Waſſer, Erde ꝛc. einen neuen, das iſt, eben den brennlichen Körper aus. Beydes und nicht mehr haben wir zu einem chemiſchen Element erfordert (§. 231.).

* Da die Lichtſtralen von den Feuertheilchen nicht ununterſchieden ſind, müſſen ſie mit dem reinen Feuer, oder mit dem Feuerelement einerley Natur haben. Daß aber ein Körper davon entzündet werden kann, müſſen ſie häufig im Brennpunkte verſammelt werden (§. 232. II.) und dieſe Verſammlung erſetzt das, was in dem brennlichen die Fixirung thut.

** Die

(a) Experimentalchemie p. 226.

* * Die fernern Eigenſchaften des Feuers werden wir füglicher an einem andern Orte beſtimmen können.

§. 237.

Beobachtungen über die Luft und das Waſſer. I. Die Luft iſt flüßig, und bleibt es bey jedem Grad der Kälte, ſo ſehr man dieſe immer bis itzo durch Kunſt vermehret hat. 2.) Das Waſſer verliert ſeine Flüßigkeit bey einem gewiſſen Grad von Kälte, der jedoch nach Zerſchiedenheit des Waſſers nicht allemal der nämliche iſt. II. Die Luft läßt ſich zuſammen drücken. 2.) Das Waſſer nicht ſo leicht, und wenn die Florentiniſchen Verſuche (*a*) ſchon nicht erweiſen, daß es ſeine Figur und vorige Ausdehnung wider jeden Druck erhalte: ſo iſt es doch gewiß, daß ſich die Luft in dieſem Stücke von dem Waſſer ganz beſonders ausnehme. III. Die Zerſchiedenheit der ſpecifiſchen Schwere des Waſſers von jener der Luft iſt ungemein groß.

* Daß die Luft ſchwer ſey, habe ich eben inſonderheit noch nicht bewieſen, doch habe ich bewieſen, daß die Schwere eine allgemeine Eigenſchaft aller Körper ſey (erſter Theil §. 132. u. vorgeh.); es wird aber in der Folge auch aus beſondern Erfahrungen dargethan werden. In Beſtimmung ihrer ſpecifiſchen Schwere ſind die Meinungen ganz zerſchieden, theils weil immer nothwendig Waſſer mit der Luft vermiſcht iſt, theils weil das Waſſer ſelbſt unter ſich ſehr zerſchieden gefunden wird. Herr van Muſchenbrück giebt von der ſpecifiſchen Schwere der Luft gegen jene des Waſſers als das kleinſte Verhältniß 1 : 606 und für das größte 1 : 1000 an.

* * Die

(*a*) Sieh auch die Abhandlung de aquae elaſticitate P. Joſephi Herbert, Viennae 1774.

** Die Auctorn ſind auch gar nicht einig, wie weit ſich die Luft zuſammendrücken laſſe. Amontons will durch die genaueſten Verſuche gezeigt haben, daß ihr Raum auf $\frac{1}{800}$, und Halleſius, bis auf $\frac{1}{1551}$ Theile gemindert worden ſey. Durch das Feuer kann ſie auch in einen unglaublichen Raum ausgedehnet werden. Hartſöker iſt der Meynung, ſie könne einen 4000 mal größern Raum erhalten: andere wollen der durch das Feuer ausgedehnten Luft gar einen 520000 mal größern Raum zugeben. Bernoull hat gefunden, daß ſich die Ausdehnung der Luft im ſiedenden Waſſer zu jener am heißeſten Sommertage in Petersburg wie 6 : 4, und zu der bey der größten Kälte im Winter wie 6 : 3 verhalte.

I. Die Luft hat beſondere Eigenſchaften, die ſich in dem Waſſer nicht äußern.

II. Wenn alſo nicht beſondere Erfahrungen zeigen, daß das Waſſer in die Luft, oder dieſe in Waſſer abgeändert werden kann: **müſſen Luft und Waſſer als zerſchiedene Körper angeſehen werden.**

§. 238.

Fernere Verſuche von Luft und Waſſer.

Eine hohle gläſerne Kugel, welche in einem trocknen Zimmer nach der genaueſten Unterſuchung ebenfalls ganz trocken befunden worden, bringe man vollkommen geſchloſſen, und durchſichtig in einen kältern Ort, und beobachte ſie nach einer kurzen Zeit wieder ſehr genau. Die äußere Oberfläche dieſer Sphäre hat ſich ganz trocken erhalten, an der innern aber hat ſich ein ganz feiner und zarter Dampf angelegt, der dem Glaſe zum Theile ſeine Durchſichtigkeit raubte. 2.) Ueberträgt man dieſe Kugel in einen noch kältern Ort: ſo wird ſich dieſer

Dampf

Dampf immer vermehren, und endlich an den Wänden abrinnen: die abrinnenden Tropfen aber werden ſich in eine merkliche Quantität Waſſer verſammeln. 3.) Wird alsdann eben dieſe Sphäre in einen warmeu Ort zurückgebracht, verſchwindet das Waſſer nach und nach, und das Glas iſt wieder vollkommen trocken, und ſo durchſichtig, als es vorhin geweſen iſt. (*a*)

I. Auch mit der trockenſten Luft iſt Waſſer vermiſcht.

II. Dieſes Waſſer hat auch in der Luft ganz andere Eigenſchaften, als die Lufttheilchen ſelbſt. Oder wo iſt jemal die Luft durch die Kälte in Waſſer verwandelt worden? oder warum wird nur dieſe beſtimmte Quantität Luft in Waſſer umgeſchaffen, warum nicht alle?

* Warum nur ein Theil, und zwar nach Proportion der Kälte, immer ein größerer Theil Waſſer von der Luft abgeſöndert werden müſſe, werde ich unten ganz deutlich erklären.

§. 238.

Die Luft iſt ein wahres chemiſches Element. Sie iſt nicht aus andern Körpern zuſammgeſetzt, und läßt ſich in keine andere ungleichartige Theilchen zerſetzen, und dennoch iſt ſie ein Beſtandtheil faſt aller Körper, wie wir es bey der Fäulniß, und andern Auflöſungen der Körper beobachten, (I. Theil. §. 52. VI. Anmerk.) mithin iſt ſie ein chemiſches Element (§. 231.).

(*a*) Le Roy Mem. de l'Acad. Pariſ. A. 1751. und meine Abhandlung de Vapoibus §. VIII.

§. 239.

Auch das Waſſer muß unter die chemiſchen Elemente gezählet werden; denn es gilt auch von ihm eben das, was wir bisher von dem Feuer, und der Luft bewieſen, nämlich, man hat von ihm durch keine Auflöſung andere als gleichartige Theile erhalten, noch ſelbes aus ungleichartigen Körpern zuſammenſetzen können. Und dann findet ſich beynahe in allen Körpern Waſſer als ein Beſtandtheil vor, weil es bey den meiſten Auflöſungen in offenem Feuer ſowohl, als in der Retorte von ſelben geſchieden wird (§. 234. 2. §. 235. I.). Folglich ꝛc.

* Marggraf (*a*) ſchien zwar das Gegentheil erprobt zu haben, da er auch nach einer mit größter Behutſamkeit 20 mal wiederhollten Deſtillation immer ſelenitiſche Erde erhielt: aber eine noch genauere Unterſuchung entdeckte, daß die Erde nicht von dem Waſſer, ſondern von der Retorte abgeſöndert worden ſey. Wahr iſt es, Herr Marggraf fand in dem Glaſe keine Ungleichheit, oder Verletzung: aber als die Retorte abgewogen wurde, zeigte ſichs, daß ſie jedesmal eben ſoviel an dem Gewichte verloren hatte, als die Erde auswarf.

* * Auch die Verſuche des Halles (*b*) beweiſen das Widerſpiel nicht hinreichend; denn das Waſſer, wie ſelbes auf die Erde hingegoſſen, oder auch von den Pflanzen eingeſaugt wird, hat ſehr viele Erde in ſich, welche nach und nach in den Pflanzenkörper übergeht.

§. 240.

Beobachtungen und Verſuche über die Erde. In allen Körpern, die nur immer zertrennt werden

---

(*a*) Chemiſche Schriften.
(*b*) Statik der Gewächſe.

den können, triſt man glasartige Erde an. 2.) Dieſe Erde hat zwar dem Scheine nach verſchiedene Eigenſchaften, je nachdem ſie mit zerſchiedenen andern Theilen verbunden iſt: im Grunde aber hat man durch eine Menge von Verſuchen (a) gefunden, daß ihre Haupteigenſchaften von einerley Art ſind. 3.) Sie iſt für ſich ſelber nicht flüßig, und kann nur durch Beyſatz bey einem ſehr großen Grad von Hitze zum Fließen gebracht werden. 4.) Es iſt in der Chemie kein richtiger Verſuch bekannt, durch welchen die Erde in ungleichartige Beſtandtheile wäre aufgelößt worden.

I. **Die Erde iſt von Waſſer, Luft, und Feuer unterſchieden.** Sonſt wäre ſie flüßig (n. 3.).

II. **Die Erde iſt ein wahres chemiſches Element** (§. 231.).

III. **Die Zerſchiedenheit der Erdarten muß nicht dem Elemente,** das unveränderlich iſt, **ſondern den verſchiednen mit dem Elemente verbundnen fremden Theilen zugeſchrieben werden.**

IV. **Es ſind alſo Feuer, Luft, Waſſer, und Erde vier zerſchiedene Körper, und als wahre chemiſche Elemente** zu betrachten.

* Dieſen vier Elementen zählen einige auch ein ſalziges Weſen bey (principium ſalinum). Der große Boerhaave ſcheint allerdings beyzupflichten. Ich will auch meine Gedanken ganz kurz hievon erklären.

§. 141.

(a) Baumé in der erläuterten Experimentalchemie IV. Klaſſe von der Erde.

§. 241.

Das Salz wird von den Chemikern als ein Körper beſchrieben, der ſich im Waſſer auflöſet, ſich allein nicht entzünden läßt, und auf der Zunge einen ſich eignen Geſchmack verurſachet. 2.) Die allgemeinſte Eintheilung der Salze iſt in **ſaure** und **alkaliſche**, und die zerſchiedenheit von beyden iſt ſehr groß.

* Genauere Abtheilungen der Salze überlaſſe ich den Chemikern; hier gehet mein Abſehen weiter nicht, als zu unterſuchen, ob ein ſalziges allgemeines Weſen, das ſich nimmer in andere Körper zerſetzen läßt, mit Grund noch behauptet werden könne.

§. 242.

Verſuche, und Beobachtungen. I. Aus allen Gattungen der Salze erhalten wir Waſſer, Luft, und Erde. Daß auch Feuer in den Salzen ſey, läßt ſich gar nicht zweifeln, denn das befindet ſich in allen Körpern (*a*) (§. 232. II. Folg.). II. Wenn mit 3 Unzen Terpentinöl eben ſo viel Vitriolöl in einer Retorte verſetzt wird, doch ſo, daß man dieſes nur Tropfenweiſe nach und nach hineinläßt: ſo entſteht bey jedesmaligen Zugießen, eine ſehr heftige Bewegung in dem Oele, es erſcheinen häufige Bläschen, und ein weißer Rauch ſteigt in großer Menge davon in die Höhe. 2.) Nimmt man aber mit eben dieſer Miſchung die Deſtillation in dem Sand=

(*a*) Baumé erläuterte Experimentalchemie IV. Klaſſe von den ſalzigen Subſtanzen.
Mem. de l'Acad. Roy. de Sciences. 1704.
Inſtit. Chem. Exper. XXXII. von Spielmann.

Sandbade vor, und fährt in derſelben ſo lange fort, als ein flüßiger Körper hinüber geht: ſo zeigt ſich in der Vorlage eine diluirte Säure, und ein dickeres Oel; in der Retorte aber bleibt eine unſchmackhafte und ſchwarze Erde zurücke.

* Dergleichen Verſuche werden von andern noch viele angeführt; weil ſie aber mit dieſen viel ähnliches haben, übergehe ich ſie. Man mag ſie alle in des H. Spielmanns Abhandlung de Principio Salino leſen.

I. **Die Salze haben Eigenſchaften welche in keinem Elemente insbeſondere entdeckt werden.** (141.)

II. **Sie ſind**, wie ſie in der Natur gefunden, und durch die Kunſt geſucht werden, **ein zuſammengeſetzter, ungleichartiger Körper.**

III. Doch ſcheinen mich die beſondern Eigenſchaften zu berechtigen, **ein ſalziges Weſen als ein beſonders Element anzuſehen, ſo lange nicht gezeigt wird, daß ſie aus der Vermiſchung anderer Elemente entſtehen können.**

§. 243.

Die hier angezogenen, und allen dieſen ähnlichen Verſuche ſcheinen nicht hinlänglich zu beweiſen, daß kein unzerſtörliches ſalziges Weſen in der Natur vorhanden ſey. Denn 1.) iſt das in die Vorlage übergetriebene Waſſer noch ſalzig befunden worden. 2.) Iſt bey der nach und nach vorgenommenen Vermiſchung ohne Zweifel viel

Salziges durch den Rauch in die Luft übergegangen. 3.) Die ſchwarze zurückgebliebene Erde wird zwar als unſchmackhaft angegeben; deſſen ungeachtet kann ſie doch noch vieles Salz in ſich enthalten. Wer dieß verneinen wollte, müßte dieſe Erde im offenen Feuer zerſtören, den Rauch auffangen, und den Ruß neuerdings unterſuchen. Ferner kann auch viel ſalziges Weſen in den Körpern ſeyn, ohne daß es auf die Zunge eine Wirkung zu machen fähig iſt, weil es von andern Theilen eingewickelt wird, wie z. B. im Weinmoſte, Zucker und dergleichen. Daher ſcheinen mir dieſe Verſuche die Sache noch nicht vollkommen entſchieden zu haben.

I. Es kann alſo noch immer ein einfaches ſalziges Weſen mit ziemlichen Grunde behauptet werden, bis genauere Unterſuchungen erproben, daß ein Salz zerſtört, oder von andern nicht ſalzigen Materien zuſammengeſetzt werden könne.

II. Dieſes ſalzige Weſen muß aber wohl von allen Gattungen des Salzes, wie ſie in der Natur vorkommen, **unterſchieden werden;** denn dieſe ſind gewiß keine Elemente. (§. vorherg.)

III. Eben dieſer ſalzige Urſtoff muß zerſchiedene Salze hervorbringen, wenn die Proportion der übrigen Elemente, mit denen er ſich verbindet, oder auch die Art der Verbindung ſelber zerſchieden iſt

* Sehr viele und große Chemiſten ſind der Meinung, daß das Salz nichts anders als eine Zuſammenſetzung von Waſſer, und einer ganz feinen Erde ſey. H. Baumé widerlegt ſie dadurch (*a*), daß auch in jedem Waſſer

(*a*) Experimentalchemie 4te Klaſſe von den ſalzigen Subſtanzen p. 310 — 312.

Waſſer eine aufgelößte Erde anzutreffen iſt, und mithin jedes Waſſer als ein Salz anzuſehen wäre: deßwegen fodert er (a) zur Zeugung des Salzes auch die zwey übrigen Elemente, Feuer und Luſt. Da ich mich aber noch nicht überzeugen kann, daß kein einfaches ſalziges Weſen in der Natur ſeye, welches durch die mannigfaltigen Verbindungen mit andern Elementen zerſchiedene Gattungen des Salzes erzeuge, ſo kann ich auch des H. Baumé Meinung nicht beypflichten, und glaube, bis die Sache durch weitere Verſuche entſchieden wird, mit dem großen Boerhaave unterdeſſen wohl daran zu ſeyn, wenn ich das Daſeyn eines allgemeinen ſalzigen Weſens nicht läugne, und zugleich behaupte, daß dieſes mit andern Elementen vereiniget der Urſtoff von zerſchiedenen Salzen ſey, ſelbſt aber nicht weiter aufgelöſet werden möge.

§. 244.

I. Im ganzen **Thier- und Pflanzenreiche** iſt kein Körper anzutreffen, den die Chemie nicht aus den bisher beſchriebenen Elementen zuſammgeſetzt befunden hat. II. Die **unvollkommenen Metalle** werden durch einen größern Grad der Wärme zu Glas gemacht, (vitrificantur), und durch ein beygeſetztes Phlogiſton wieder hergeſtellt (reducuntur). III. **Gold, Silber** und **Merkurius** hat man zwar 1.) noch nicht zerſtören können, 2.) doch werden ſie auch niemal als Beſtandtheile anderer Körper angetroffen. IV. Die **Steine**, welche ſich zermalmen, und zerſtöhren laſſen, beſtehen aus Erde, Salz, und Luſt.

I. Die

(a) Baumé Experimentalchemie 4te Klaſſe von den ſalzigen Subſtanzen p. 313.

I. Die Pflanzen, und thieriſchen Körper ſind aus den einfachen chemiſchen Elementen, zuſammengeſetzt; und haben ihre Zerſchiedenheit der zerſchiedenen Proportion der Elemente, und der Art ihrer Vermiſchung zu verdanken.

II. Auch die unvollkommenen Metalle ſind nichts, als Glastheile, und brennliches Weſen.

III. Im Golde, Silber, und Merkurius herrſcht zwar eine weit vollkommnere Verbindung der Theilchen, als in den unvollkommenen Metallen (III. 1.); doch ſind auch ſie nicht für Elemente zu erkennen (III. 2. und §. 231. II.), ſondern haben wahrſcheinlicher Weiſe mit den unvollkommnen Metallen die nämlichen, und nur vollkommener vermiſchte und vereinigte Elemente zum Urſtoffe.

IV. Ein gleiches ſcheint auch von den Steinen vollkommen ſeine Richtigkeit zu haben.

V. Es läßt ſich alſo kaum mehr zweifeln, daß alle Körper oder aus Feuer, Luft, Waſſer, Erde, und Salze zugleich, oder doch gewiß aus einigen dieſer fünf Elemente zuſammen geſetzt ſeyn.

* Hier iſt der Ort noch nicht von den Körpern, die wir in dem dreyfachen Reiche der Natur als Zuſammen-

ſetzungen von chemiſchen Elementen antreffen, ſelbſt zu reden; dafür habe ich den vierten Theil meiner Naturlehre beſtimmt: nur die Anzahl der chemiſchen Elemente wollte ich feſtſetzen und hinfort von dieſen alleine im gegenwärtigen Theile handeln, doch ſo, daß ich die Elemente nicht mehr als reine Elemente, ſondern, wie ſie in der Natur ſind, betrachten werde. Denn eines, wie das andere, wenn ich vielleicht die Lichtſtralen allein ausnehme, iſt ſchon mit andern verbunden; ſo giebt es in der Flamme und in der Luft Waſſer, Erde und Salztheile, in dem Waſſer, Luft, Erde, und Salz, in der Erde und im Salze abermal eine Vermiſchung von andern fremden Theilen ꝛc. — Ich mache den Anfang von dem Feuer.

I. Abſchnitt.

Von dem Feuer.

Das **Feuer**, oder vielmehr die Flamme entſteht meiſtentheils aus der Wärme, oder folget wenigſt auf dieſelbe. Die **Flamme** bringt das Licht hervor: die natürliche Ordnung erfordert alſo bey der Unterſuchung des Feuers, daß ich zuerſt von der **Wärme**, hernach von der **Flamme**, drittens von dem **Lichte** handle, und zuletzt auch dasjenige unterſuche, was noch ferner mit dem **Feuer** verbunden iſt.

I. Kapitel.

Von der Wärme und Kälte.

§. 245.

Einen undeutlichen Begrif von der Wärme und Kälte hat jedermann, einen deutlichen wollen wir uns durch genaue Beobachtungen und Verſuche verſchaffen.

I. Verſuche und Beobachtungen über das Entſtehen der Wärme.

1.) Wenn ein Körper ſtark über einen andern gerieben wird, ſo wird er warm, und bis zur Entzündung erhitzt; auf dieſe Weiſe iſt manchmal die Achſe, um die ſich das Rad ſchnell gedrehet hatte, entzündet worden. 2.) Die Wärme entſteht auch, wenn ein Körper ſchnell nacheinander geſchlagen wird, beſonders wenn er in einem großen Grade elaſtiſch iſt. 3.) Man nimmt auch bey vielen chemiſchen Auflöſungen eine Wärme wahr. So erhitzt ſich die rauchende Säure (acidum nitri fumans, acidum concentratum), da ſie mit einem ölichten Körper z. B. mit Terpentinöl vermiſcht wird, bis ſelbſt zur Flamme.

1. **In allen dieſen dreyen Fällen muß eine Bewegung der kleinſten Theile im Körper entſtehen.** Sie iſt eine nothwendige Folge von dem Reiben und Schlagen, und ein weſentliches Stück zur chemiſchen Auflöſung (§. 96.).

II. **Es iſt alſo mit dem Entſtehen der Bewegung in dieſen Fällen das Entſtehen**

der Wärme verbunden; ja, da die Wärme, wie das Reiben und Schlagen und die Auflöſung zunimmt, ſo wächſt ſie auch mit dem Grade der Bewegung.

§. 246.

II. Beſondere Verſuche und Beobachtungen mit den Lichtſtralen.

1.) Wie minder ſchief die Stralen auffallen, deſto mehr erwärmen ſie. Der Schnee auf ſchiefen Anhöhen, und Dächern ſchmilzt früher, als der auf der Ebene liegt. 2.) Werden die Lichtſtralen durch Brenngläſer, und Hohlſpiegel in einen Punkt verſammelt, ſo a) erwärmen, und erhitzen ſie die Körper nicht nur, ſondern ſie ſchmelzen, verkalchen, und verglaſen ſie auch nach ihrer zerſchiedenen Anlage zum einem oder zum andern. Ferner b) wenn man die Fläche des Spiegels mit dem Raume vergleicht, in welchem das Schmelzen ꝛc. vorgeht, ſo befindet ſich die Wirkung dieſer Gläſer weit größer, als ſie in Rückſicht auf die Vielheit der Lichtſtralen allein ſeyn ſollte. c) Wenn auch das empfindlichſte Thermometer ganz nahe an den Brennpunkt ſo hingehalten wird, daß es von dieſem nur nicht berührt werde, zeiget ſich nicht die geringſte Aenderung.

I. Die Lichtſtralen erwärmen allemal, und beſonders dort, wenn ſie durch Gläſer und Spiegl in einen Punkt zuſammengedrängt werden.

II. Dieſe Wärme kann durch die Vielheit der Lichtſtralen allein nicht erkläret wer-

werden; ſonſt müßte ſie ſich genau wie dieſe verhalten (2. Beob. b).

III. Die Lichtſtralen, ſo lange ſie ordentlich fortgehen, oder ſich auch in dem Brennpunkte durchkreuzen, ſcheinen eben nichts zu erwärmen, wenn ſie auch noch ſo häufig ſind; denn ganz nahe an dem Brennpunkte zeiget ſich ſchon keine Wirkung der Wärme mehr auf dem Thermometer (2. Beob. c), welches doch unfehlbar geſchehen müßte, wenn die Wärme in dem Brennpunkte ſo einen großen Grad erreichet hätte.

IV. Die Wärme entſteht erſt, wenn die Stralen auf einen andern Körper auffallen.

* Da hier und im folgenden von dem Brennpunkte geredet wird, muß man ſich keinen eigentlichen mathematiſchen Punkt, ſondern blos einen merklichen und noch ſehr theilbaren Raum einbilden, in welchem eine ziemliche Menge Lichtſtralen verſammelt iſt.

§. 248.

Das Auffallen der auf beſagte Weiſe verſammelten Stralen kann nicht geſchehen, ohne daß die Lichttheile auf dem Körper zuſammenſtoſſen, und in dieſem nicht nur die dem Licht ähnlichen Theile (§. 232. I.) ſelbſt in eine Bewegung nach allen Richtungen, ſondern auch die kleinen elaſtiſchen Kör-

Körpertheilchen in eine zitternde Bewegung verſetzen. Die ſo verſammelten Lichtſtralen geſtalten einen Konus, aus deſſen Grundfläche die Theile von allen Richtungen gegen die Spitze zu bewegt werden: ſie müſſen alſo nach eben dieſen Richtungen auf den Körper hinſtoſſen, und theils durch die erſten Flächen deſſelben eindringen, theils davon zurückgeprellt werden, und im Zurückprellen wieder auf ſich ſelber untereinander aufſtoſſen; alles dieſes kann man ſich nun nicht denken, ohne daß die Körpertheilchen ſelbſt zum Zittern und zu elaſtiſchen Schwingungen, und noch mehr die im Körper ſich befindlichen Feuertheilchen zu einer ſchnellen Bewegung nach allen Richtungen gereizet werden.

* Wenn von der Wärmebewegung die Rede iſt, wird ſie meiſtentheils beſchrieben, daß ſie eine verwirrte, und nach allen Richtungen ſehr geſchwinde Bewegung ſey. Ich bin mit dieſer Beſchreibung allerdings verſtanden, wenn ſie die Feuertheilchen allein betrift. Wie aber dieſe Bewegung den noch wirklich zuſammenhangenden Theilchen des feſten Körpers möge zukommen, verſtehe ich nicht, und glaube es könne weder deutlich erkläret, noch eine hinlängliche Urſache angegeben werden. Ich bediene mich alſo des Ausdruckes: eine zitternde, oder ſchwingungsförmige Bewegung: dieſe muß aus den erklärten Urſachen entſtehen, und iſt ſchon erklecklich alles was zur Wärme gehöret, deutlich zu erklären.

I. Es kömmt alſo bey den Wirkungen der Brenngläſer neben der Vielheit der

Licht-

Lichtſtralen hauptſächlich noch eine Bewegung in die Rechnung, die erſt dann entſtehet, wenn der Körper in den Brennpunkt verſetzt wird; denn ohne dieſe durchkreuzen ſich die Stralen ordentlich, und bilden über den Brennpunkt hinaus den zweyten Konus, der mit dem vorigen einen gemeinſchaftlichen Spitze hat, wie man es in einem finſtern Orte ganz deutlich beobachten kann.

II. Dieſe Bewegung iſt aber jedesmal mit einer Wärme vergeſellſchaftet.

III. Es bleibt daher allgemein wahr, daß das Entſtehen der Wärme oder die Bewegung ſelber ſey, oder doch allemal zugleich mit dieſer ihr Daſeyn erhalte. Denn ſo oft ein Körper durch Reiben, Schlagen, chemiſche Auflöſungen (§. 245. I. II.) oder durch verſammelte Lichtſtralen erwärmet wird, geht, und muß eine Bewegung in ihm vorgehen.

§. 248.

III. Fernere Verſuche von der Mittheilung der Wärme.

1.) Körper, die man zu zerſchiedenen Graden erwärmt befunden hat, kommen nach und nach, wenn ſie eine Zeitlang am nämlichen Orte, im nämlichen Zimmer geſtanden haben, alle zu einem gleichen Grade von Wärme. 2.) Der wärmere Körper verliert von ſeiner Wärme ſoviel, als der minder warme nöthig hat, um zu einem gleichen Grade mit ihm zu gelangen,

langen, das iſt, er verliert den halben Theil ſeines Uebermaaßes über den kältern Körper. 3.) Wie dichter und größer der zu erwärmende Körper iſt, deſto mehr muß dem zuvor wärmern entgehen. 4.) Der Verlurſt der Wärme geſchieht auch geſchwinder, wenn eine größere Fläche des wärmern Körpers von dem kältern berührt wird. 5.) Alles dieſes läßt ſich auch an unſerm eigenen Körper beobachten.

I. Da das Entſtehen der Wärme oder die Bewegung ſelbſt, oder doch mit dieſer allzeit vergeſellſchaftet iſt (§. vorg. III.): **ſo muß bey der Mittheilung der Wärme auch eine Bewegung mitgetheilet werden,**

II. **Und dieſe wird in der That ſo mitgetheilt,** daß die Geſetze der Bewegung dabey beobachtet zu werden ſcheinen (2. 3. 4.).

§. 249.

Beobachtungen und Verſuche von den Wirkungen der Wärme.

1.) Durch die Wärme werden die Metalle erweicht, ſie laſſen ſich biegen, leichter hammern, und ohne beſonderm Beſchwerniß in alle Figuren zwingen, wenn ſie erhitzt werden. 2.) Bey einem höhern Grade von Wärme fangen ſie allerdings zu fließen an. 3.) Die Wärme dehnet nicht nur die Metalle, ſondern auch andere Körper, feſte ſowohl als flüßige in einem obgleich noch nicht beſtimmten Verhältniſſe aus. 4.) Alle flüßige Körper, mit denen ſich der Verſuch im Geſchirre machen läßt, kochen von der Wärme auf, wenn dieſe auf einen gewiſſen, jedoch nach Art der flüßigen Körper ſelbſt zerſchiedenen Grad geſtiegen iſt.

* Obſchon die Körper, beſonders alle Metalle durch die Wärme nach allen Richtungen, ausgedehnt werden, ſo ſind doch die Grade der Ausdehnung unter ſich ſehr verſchieden. Muſchenbroeck (a) hat in dieſem Stücke die mühſamſten Verſuche durch ein von ihm ſelbſt erfundenes Inſtrument (Pyrometrum, oder Feuermeſſer) gemacht, und entdeckt: 1.) daß jeder Körper bey jedem beſtimmten Grade der Hitze eine gleichfalls beſtimmte, aber von andern Körpern wieder ganz zerſchiedene Ausdehnung habe. 2.) Daß zwar die Ausdehnung mit der Wärme, jedoch in keinem ordentlichen Verhältniſſe zunehme. 3.) Unter den Metallen wird zum geſchwindeſten das Zinn, nach dieſem das Bley, hernach Silber, Meßing, rothes Kupfer, und zum langſamſten das Eiſen ausgedehnt. 4.) Bey den flüßigen Körpern hat er folgende Ordnung im Ausdehnen gefunden. Luft, Alkohol, Steinöl, Terpentinöl, Rübenöl, deſtillirter Eßig, Waſſer, Salzwaſſer, Scheidewaſſer, Vitriolöl, Salpetergeiſt, und endlich Merkurius.

** Aus dem, daß die Körper durch die Wärme, und zwar in einigem Verhältniſſe mit derſelben ausgedehnet werden, ſieht man wohl die Möglichkeit eines Inſtrumentes ein, womit man die Grade der Wärme meſſen könnte, das iſt, eines ſogenannten Thermometers. Man ſieht aber auch nichts deſtoweniger, daß ein ſolches Inſtrument keine abſolute Vollkommenheit erreichen kann, weil zwiſchen der Wärme und der Ausdehnung der Körper kein vollkommen beſtimmtes Verhältniß iſt. Wir wer-

(a) Comment. Tentam. Florent. P. II. pag. 12.

werden weiter unten Gelegenheit haben, beſonders von dem Thermometer zu reden, und der undeutliche Begrif, den wir itzt noch davon haben, ſoll uns blos zum Verſtändniſſe der Verſuche, die wir bald hernach anzeigen werden, erklecklich ſeyn.

§. 250.

Auch dieſe Wirkungen ſind Wirkungen der Bewegung, und laſſen ſich leicht erklären, wenn man annimmt, daß nicht blos die Feuertheilchen, ſondern auch die übrigen Beſtandtheile des erwärmten Körpers in Bewegung geſetzt werden. Das erſte iſt für ſich ſelber klar, wenn man die Wirkungen der Wärme nur ein bischen genau erwägt. Aber auch das zweyte hat ſeine gute Richtigkeit. Denn 1.) es entſteht leicht an unſerm eigenen Körper die Empfindung der Wärme, ſobald ſeine Theile von einem andern wärmeren Körper in Bewegung gebracht werden, und dieſe Empfindung wächſt mit der Bewegung. 2.) Die Metalle müſſen durch die Bewegung der Feuertheilchen **weicher** werden, weil dieſe durch ſich, und durch die Bewegung anderer Theile die Kräfte des Zuſammenhanges ſchwächen, und eben darum 3.) werden die Metalle auch **flüßig**, wenn bey einem höhern Grade der Wärme, oder, was eines iſt, der Bewegung dieſer Zuſammenhang noch mehr gemindert wird. 4.) Die **Ausdehnung** iſt ebenfalls eine Folge der beſchriebenen Bewegung. Oder wie ſollen die Feuertheile hin und her bewegt werden, und die andern zittern, ohne daß der Innbegrif des Körpers wächſt? 5.) Endlich muß das **Aufſieden** der flüßigen

Körper aus der Bewegung für ſich ſelber entſtehen, ſobald nicht nur die untern flüßigen Theilchen wegen der kleinern Entfernung vom Feuer, ſondern auch die ſich überall befind=liche Luft in den untern Theilen des Geſchirres mehr aus=gedehnt, und ſpecifiſch leichter, als die übrigen Theile werden.

§. 251.

So lange nicht fernere Verſuche das Gegentheil beweiſen, bleibt es allerdings richtig, daß die Wärme nichts anders ſey, als eine ſehr geſchwinde Bewegung, bey welcher die Feuertheilchen des Körpers durcheinander geworfen, und dadurch die Theile des Körpers ſelbſt ſchwingungs=förmig (I. Th. §. 28. III.) in den Sphären der anziehenden, und zurücktreibenden Kräfte hin und her beweget werden. Dieſe Bewegung geht wirklich in allen warmen Körpern vor (§. 244. I. Folgeſ. 247. III.). Es laſſen ſich alle Wirkungen und Erſcheinungen durch ſie allein erklären (§. vorgeh.). Wirklich hat man keinen Grund, der uns offenbar vom Gegentheile überzeugte. Mit=hin bleibt dieſer Satz immer feſt, ſolange ihn nicht neuere überzeugende Erfahrungen für die entgegengeſetzte Meinung umſtoſſen.

I. Was immer die hier beſchriebene Bewegung vermehrt oder vermindert, das mehrt oder mindert auch die Wärme.

II. Die

II. Die Wärme wächſt alſo durch öf-ters und anhaltendes Reiben, Schlagen ꝛc. (§. 245.) Verſammlung der Lichtſtralen (§. 246.), durch die Gährung ꝛc. weil bey allen dieſen Umſtänden die Bewegung vermehret wird.

§. 252.

Beobachtungen und Verſuche. Wenn ein warmer Körper der freyen Luft ausgeſetzt wird, erkaltet er um ſo mehr, und um ſo geſchwinder, je kälter die Luft ſelber iſt. 2.) Bläst zu gleicher Zeit ein Wind, ſo geſchieht das Erkalten noch geſchwinder. 3.) Wird der warme Körper in einen dichten und kältern Körper hineingelegt, ſo wird er ebenfalls nach Proportion der Dichtigkeit und Kälte deſſelben weniger Zeit zum Erkalten nöthig haben. So wird z. B. ein heißes Stück Metall ſeine Wärme in der Luft ſehr bald, doch bälder im Waſſer, und am bäldeſten im Merkurius verlieren. Ein eiſerner abgekürzter Konus erkaltet in etlichen Minuten, wenn er in einen kältern und hollen metallenen Konus geſte-cket wird. (*a*) 4.) Wird aber der nämliche Konus, oder ein anderer warmer Körper in wollene oder leinene Tücher eingewickelt, behält er ſeine Wärme lange Zeit zurück, und erkaltet nur ganz langſam.

I. Die Abnahm der Bewegung, die die Wärme ausmacht, ſteht 1.) mit der Dichtigkeit der Körper, denen ſelbe mitge-theilet wird, und 2.) mit der Vielheit der

kal-

(*a*) Hamberger in Elem. Phyſ. §. 252.

kalten Theile, welche den warmen Körper nach und nach berühren, in einigem Verhältniſſe.

* Aus dieſem laſſen ſich ſchon folgende Erfahrungen erklären. 1.) Warum ein flüßiger Körper früher erkalte, wenn er bewegt wird. 2.) Warum uns ein ſanfter Wind erfriſchet, der oder von ſich ſelber bläſt, oder den wir mit der Hand, oder mit einem Fächer erwecken. Nämlich er ſchaft die vom Körper mehr erwärmte Luft hinweg, und macht, daß der Körper von noch kältern, und neuen Theilen berühret wird. 3.) Warum wir eine größere Kälte empfinden, da wir einen dichtern, als da wir einen lockern Körper berühren, ob ſie gleich beyde am nämlichen Orte ſtehen, und den nämlichen Grad der Wärme (vermöge des Gleichgewichts der Wärme) haben: ſo iſt die Empfindung der Kälte größer im Waſſer, als in der Luft, größer an einem Marmor, als an einem Holze ꝛc.

II. Doch läßt ſich durch dieſes allein die Sache noch nicht vollkommen erklären, weil auch in der ruhigen Luft die Körper geſchwinder erkalten, als in wollenen und leinenen Tüchern, oder Pelzwerken, in die ſie etwa eingewickelt werden, obſchon dieſe dichter ſind, als die Luft.

§. 253.

Die Bewegung der kleinſten Feuer- und Körpertheilchen kann auf eine doppelte Weiſe gehemmet werden. Erſtens, wenn die bewegten Theile auf andere fremde Theile aufſtoſſen. Zweytens, wenn die Feuertheilchen nach und nach aus dem Körper tretten. Das erſte bedarf keines Beweiſes mehr, und das zweyte iſt eben ſo ungezweifelt, wenn mann bedenkt, daß die Feuertheilchen nicht nur den Zuſammenhang ſchwächen (§. 61.); ſondern durch ihre Bewegung auch andere Theile des Körpers in der Bewegung erhalten, da ſie dieſelben immer von der Berührung entfernen, in welcher die Kräfte des Zuſammenhanges die Ruhe von ſich ſelber hervorbringen würden.

§. 254.

Wenn wir die Sache genau unterſuchen, und auf die Bewegung allein acht haben, ſo müßte dieſe in Körpern, die in wollene und leinene Tücher, oder in Pelzwerke gewickelt ſind, mehr abnehmen, als in der freyen Luft; denn die Luft iſt nicht ſo dicht, ſie iſt mehr elaſtiſch, und kann alſo die Bewegung unmöglich ſo hemmen, als wie dieſe Tücher. Ueberdas werden ja dieſe Körper auch von der Luft umgeben; es müßte alſo die Bewegung wenigſt mittelbar auch der Luft im gleichen Grade mitgetheilt werden, wenn man nach den Geſetzen der Bewegung urtheilen wollte.

I. Die Urſache, warum die in andere eingewickelten warmen Körper ihre Hitze länger erhalten, liegt nicht in dem Widerſtande der berührenden Theile,

II. Sondern ſie muß bey den Feuertheilchen geſucht werden, welche aus einem ſo eingewickelten Körper, nicht ſo leicht, und nicht ſo geſchwinde austretten (§. vorg.).

* Aber warum tretten ſie nicht ſo geſchwinde, nicht ſo leicht aus, wenn der Körper eingewickelt iſt? davon werde ich die hinlängliche Urſache weiter unten in der Zerſchiedenheit der Theilchen, durch welche ſich die Feuertheile nicht ſo leicht durchdringen können, aufſuchen, und genau beweiſen, daß die Feuertheilchen in der Wolle, Leinwath, und Pelzen nothwendig in größerer Menge zurücke bleiben, als in der freyen Luft, in die ſie ungehindert übergehen.

** Aus dem folgen die Erklärungen. 1.) Was die wollenen, ſeidenen, leinenen, pelzenen Kleider zur Wärme unſers Körpers beytragen. 2.) Warum ein warmer Körper nicht ſo gleich erkalte, wenn er von einem lockerern bedeckt wird. 3.) Warum wir manchesmal, da die Luft feucht iſt, größere Wärme an unſerm Körper fühlen, als da ſie trocken iſt, obgleich in beyden Fällen das Thermometer den nämlichen Grad der Wärme anzeiget. 4.) Warum bey heiterem Himmel die Kälte öfters zunimmt, hingegen, wenn es wölckicht und feucht iſt, nicht ſelten eine Schwülligkeit entſteht. Nur aus dem

die bewieſenen Theoreme läßt ſich die wahre Urſache angeben.

*** Man ſieht daraus ferner, warum ein Papier nicht brenne, Bley oder Zinn nicht ſchmelze, wenn in ſelbem Waſſer iſt; denn das Waſſer hindert den zum Verbrennen ſowohl, als zum Schmelzen nöthigen höhern Grad der Wärme (§. 249.). Eben darum ſchmilzt auch das Bley, ohne daß das Papier, an dem es genau anliegt, verbrinnen kann.

§. 255.

Die Wärme wird für ſich ſelbſt nach allen Richtungen gleich, das iſt, ſphäriſch mitgetheilt, und fortgepflanzet, wenn ſie nach allen Richtungen gleichartige Körper antrift; denn die Bewegung, ſo die Wärme ausmachet, geſchieht nach allen Richtungen, und die Feuertheilchen gehen nach jeder Richtung gleich hin, weil man keine hinlängliche Urſache angeben kann, warum ſie da häufiger, als dort hingehen ſollten. Von der Luft werden ſie nicht als ſpecifiſch leichtere Theile in die Höhe gedrückt, denn ſie ſind zu fein, und gehen ungehindert durch die Zwiſchenabſtände der Lufttheilchen. Alle übrige Urſachen ſind nach allen Richtungen gleich. Folglich ꝛc.

I. Die Wärme müßte alſo, wenn alles übrige gleich wäre, im Quadratverhältniſſe der Entfernung vom warmen Körper abnehmen.

II. Die Ausnahme von dieſer Regel, kann von nichts, als von der Zerſchiedenheit der Körper, die den warmen umgeben, und von den zerſchiedenen Umſtänden beſtimmet werden.

* Deßwegen iſt es der Wahrheit dieſes Theorems gar nicht zuwider, daß ein eiſenes Stängelchen, welches an dem einen äußerſten Theile glühend gemacht iſt, ohne beſondere Empfindung der Hitze leicht in der horizontalen, aber nicht eben in der vertikalen Richtung (ſo daß der glühende Theil abwärts ſtehe) mit der Hand gehalten werden mag. Noch weniger widerſpricht es ihm 2.) Daß es in der Höhe eines gefeuerten Zimmers wärmer als am Boden ſey; denn daran iſt nicht die unmittelbare Fortpflanzung der Wärme Urſache, ſondern es kömmt vielmehr daher, daß die wärmere Luft, weil ſie mehr ausgedehnt, und ſpecifiſch leichter iſt, von der andern dichtern in dem Zimmer erhöhet wird. 3.) Aus eben dieſer Erhöhung der Luft wird die Bewegung einer ſchiefen Ebene erklärt, welche in einem Punkte beweglich iſt, und ober dem Feuer, oder einem warmen Ofen aufgeſtellt wird. Zum Beyſpiele dient ein Bratewender. 4.) Wird endlich der glühende Theil des oben erwähnten Stängelchens ins Waſſer, oder in die Erde geſtoſſen, ſo wird auch der übrige Theil des Stängelchens ſchnell erhitzet werden, weil das von dem berührten Körper durch die Hitze des Stängelchens weggedünſtete Waſſer die Feuertheile nach der Richtung des Stäbchens hintreibet (§. 254. II. Anmerk.).

** Ferner muß aus dieſem Theoreme eine der beſondern Urſachen hergeholet werden, warum die Wärme in der Atmosphäre mit ihrer Höhe in einem verkehrten Verhältniſſe ſteht. Denn die Stralen, ſo lange ſie auf keinen andern Körper auffallen, gehen durch die Luft, ohne ſie in einem großen Grade zu erwärmen, beſonders in den hohen Gegenden, wo die Atmosphäre reiner und dünner iſt (§. 246. III.). Mithin muß ſchon aus dieſer Urſache eine Zerſchiedenheit der Wärme entſtehen. Dann iſt erſt noch ſelbſt die Erde im Vergleiche mit der Luft ein erwärmender Körper; theils weil ſie im Sommer Hitze von der Sonne empfängt, die auch den Winter durch noch anhaltet; theils, weil in ihr ſelber beſtändige Gährungen vorgehen: es muß alſo auch die Luft, welche der Erde näher iſt, mehr erwärmet werden.

§. 256.

Verſuche und Beobachtungen. I. Ueber den Urſprung, und die Natur der Kälte.

1.) So oft wir einen Körper berühren, der weniger Wärme, als der unſrige hat, ſo oft empfinden wir eine Kälte. 2.) Wenn wir die einte Hand in einen kalten, die andere in einen warmen Waſſer einige Zeit, etwa 30̃ lange gehalten haben, und alsdann beyde Hände zugleich in ein laulechtes hineingeſtoſſen, ſo werden wir an dieſer Kälte, und an jener Wärme fühlen. 3.) Gehn wir im Winter aus der freyen Luft in einen Keller, oder ſonſt eine Höhle unter der Erde, ſo ſcheint es uns dort wärmer zu ſeyn, hingegen zur Sommerszeit empfinden wir Kälte darinnen. 4.) Auch an den heißeſten Sommertagen fängt es uns nach einem Hochgewitter zu frieren an, ob es ſchon nach dem Hochgewitter

weit

weit wärmer, als im Herbſte, und im Frühlinge iſt, wo wir oft lange nicht über ſo große Kälte klagen (a)

I. Aus allen dem erhellt, daß die Kälte nichts als ein geringerer Grad von Wärme ſey, und ganz in einem reſpektiven Zuſtand des Körpers beſtehe.

II. Wie nnn die Wärme eine Bewegung der kleinſten Feuer= ſowohl als Körpertheilchen iſt, ſo macht nichts als die Nachlaſſung und Schwäche dieſer Bewegung die Kälte aus, wenn ſich nur durch dieß ſchon allein alle Erſcheinungen der Kälte, und ihre Wirkungen erklären laſſen (§. 251.).

III. Unſre Empfindung allein gilt für kein richtiges und allgemeines Kennzeichen vom Grade der Wärme und Kälte.

§. 257.

Verſuche und Beobachtungen. II. Von den Wirkungen der Kälte. 1.) Nicht nur feſte Körper, als Metalle, Holz, Steine, und ſogar Diemant; ſondern auch die Flüßigen ziehen ſich durch die Kälte in einen engern Raum zuſammen. 2.) Gefrieren viele flüßige Körper bey anwachſender Kälte, und werden zu feſten Körpern, jedoch ſind die Grade der Kälte, bey denen ſie erhärten, nicht in allen durchaus gleich. Man ſieht dieß in dem Waſſer, Metallen, Unſchlitte, Schmalz ꝛc.

I. Die Wirkungen der Kälte ſind jenen der Wärme gerade entgegen geſetzt.

II. Entgegengeſetzte Wirkungen müſſen alſo auch entgegengeſetzte Urſachen haben.

(a) Boerhaave.

III. Da nun die (§. 251.) beſchriebene Bewegung, wie ſie auch immer entſtanden ſeyn mag, die Wärme hervorbringt; ſo muß die reſpektive Ruhe, ſie komme her, wo ſie wolle, die Natur der Kälte ausmachen.

IV. Was immer die Bewegung hemmt, das befördert die Kälte, und die Kälte ſteht mit der Bewegung allemal im umgekehrten Verhältniſſe.

V. Die Salze, da ſie die Kälte im Waſſer vermehren, thun dieß anders nicht, als da ſie die Bewegung in demſelben hindern.

* Die Urſachen, welche die Bewegung in dem warmen Körper vermindern, habe ich ſchon oben (§. 253.) genau beſtimmet; es läßt ſich daraus ohne beſondere Schwierigkeit auch bald begreifen, wie dieſes durch die Salze, und zwar nach ihrer Verſchiedenheit in zerſchiedenen Graden geſchehe.

§. 258.

Wenn die Bewegung der kleinſten Feuer- und Körpertheilchen untereinander gehemmet wird, müſſen die kurz zuvor beſchriebenen Wirkungen der Kälte aus den Kräften des Zuſammenhanges unfehlbar folgen. Nur die Bewegung machte, daß die zuvor enger verbundenen Theilchen ſich weiter voneinander entfernten; denn ob ſie gleich immer in jenen Abſtänden ſind, in welchen die anziehenden Kräfte wirken, ſo werden ſie doch durch die Mittheilung der Bewegung von außen, hin und her geſtoſſen,

und

und folglich in einen größern Raum ausgedehnt (§. 250.), oder es werden gar die Berührungspunkten durch die Bewegung der Feuertheilchen ſo gemindert, daß ſie flüßig werden (§. 61.). Nimmt nun dieſe Bewegung ab, tretten die Feuertheilchen aus, oder läßt wenigſtens ihre Bewegung nach, ſo iſt der vorige Zuſammenhang ſchon wieder möglich, und muß eben darum durch die anziehenden Kräfte von ſich ſelber folgen (§. 51. III.).

I. Dieſer Zuſammenhang erfolgt bey einem größern, oder kleinern Grade der Kälte, je nachdem die Körper, oder vielmehr die Kräfte zerſchieden ſind, welche nach Beſchaffenheit der Bewegung die nöthige Entfernung, als den Grund der Möglichkeit früher oder ſpäter erhalten.

* Wer dieſe Sätze von der Wärme, und alle Beweiſe davon, die wir bisher gegeben haben, genau überdenkt, dem wird es nimmer ſchwer ſeyn, alle andere damit verbundene Beobachtungen zu erklären, die wir Kürze halber hier nicht angezeigt haben; nur von der Bildung des Eiſes muß ich noch eine genauere Unterſuchung anſtellen.

§. 259.

Verſuche und Beobachtungen. I. Von der Entſtehung und den Eigenſchaften des Eiſes. 1.) Wenn das Waſſer bis auf einen gewiſſen Grad erkaltet, wird es zu einer feſten Maſſe, die wir **Eis** nennen. 2.) Wenn das Gefrieren ordentlich, und nicht zu geſchwind geſchieht, ſo iſt die Lage der gefrornen Theile regelmäßig: es werden Nadeln gebildet, die ſich unter einen

Winkel

Winkel von 60° oder 120° vereinigen, und durchkreuzen (*a*). 3.) Das Eis ſchwimmt auf dem Waſſer; ob gleich das Waſſer, aus dem es zuſammengefror, mit möglichſtem Fleiße von der Luft gereiniget worden iſt. 4.) Das Eis dehnt ſich aus, und dieſe Ausdehnung wächſt mit der Kälte. Man hat auf der Akademie von Florenz den Verſuch angeſtellt, und eine ſtarke Kugel von Kupfer, die im Durchſchnitte 1″ hatte, mit Waſſer gefüllt, und ſorgfältig verſchloſſen der Kälte ausgeſetzet. Das Waſſer gefror, und zerſprengte die Kugel mit einer Kraft, die dem Gewichte von 27720 ℔ gleich kömmt (*b*).

I. Das Eis iſt ſpecifiſch leichter, als das Waſſer, aus dem es zummengefroren iſt (n. 3.).

II. Darum muß es auch einen größern Innbegriff haben, als das Waſſer, und in der That erhält es dieſen mit ſehr großer Gewalt (n. 4.).

III. Dieſe Vermehrung des Innbegrifes kömmt nicht von der Luft her (n. 3.); wahr iſt es, es erſcheinen in dem Eiſe Luftbläschen; allein das Eis wird auch ohne dieſelben ausgedehnt (*c*).

IV. Die Urſache der Ausdehnung, in wem ſie auch immer beſtehen mag, muß mit der Kälte zunehmen (n. 4.).

§. 260.

Das Eis wird aus dem Waſſer durch die anziehenden Kräfte der Waſſertheilchen ge-

(*a*) Mairan. in Diſſ. de glacie.
(*b*) Muſchenbroeck Inſtit. Phyſ. §. 942.
(*c*) Tentamina Florent. P. I. p. 135.

geſtaltet. Aller Zuſammenhang hat die Kräfte der zuſammenhangenden Theile zum Grunde (§. 46. — 67.); folglich auch der Zuſammenhang des Eiſes. Ferner hat die Bildung des Eiſes mit jener der Salzkryſtallen die vollkommneſte Aehnlichkeit, und alles was von dieſer (§. 104. - 110.) geſagt worden iſt, paſſet allerdings auf die Erzeugung des Eiſes (§. vorg. beſ. n. 2.): mithin läßt es ſich gar nicht zweifeln, daß dieſes wie die Kryſtälle durch die anziehenden Kräfte alsdann gezeuget werde, ſo bald die Möglichkeit des Zuſammenhanges anfängt, das iſt, wenn die Bewegung der Wärme aufgehalten wird, und die anziehenden Kräfte wegen der kleinern Entfernung, und der größern Ruhe der Theilchen, nachdrücklicher wirken können.

§. 261.

Eben dieſe Kräfte ſind auch die hinlängliche Urſache von der Ausdehnung des Eiſes. Sie ſind die Urſache des Zuſammenhanges, und zwar unter einem beſtimmten Winkel (§. 259. n. 2.). Nun aber dieß kann nicht geſchehen, ohne daß zwiſchen den Fibern und Nadeln des Eiſes neue Zwiſchenräume entſtehen, die den Innbegriff der ganzen Maſſe erweitern.

I. Die Ausdehnung muß mit der Kälte anwachſen; denn nicht alle Waſſertheilchen gefrieren zugleich, ſondern wie ihnen der Grund der Möglichkeit nach und nach verſchaft wird, ſo gehen immer mehrere und mehrere unter den beſtimmten Winkeln zuſammen, vermehren oder vergrößern die Zwiſchenräume, und erweitern den Innbegriff.

II. Auch eine ſchon ganz gefrorene Maſſe muß ſich mit dem Wachsthume der

Käl-

Kälte noch mehr ausdehnen; weil auch in dieſer noch viele ungefrorene Waſſertheilchen vorhanden ſeyn können, die ſich ſelbſt wegen der zerſchiedenen Vereinigung anderer Eistheilchen ehe nicht auszudehnen vermochten, als bis die Kälte noch mehr zunahm. Die Bildung des Eiſes zeigt dieſes ganz deutlich; denn in der Oberfläche des gefrierenden Waſſers erſcheinen Eisnadeln, und zwiſchen dieſen noch viel flüßiges Waſſer: warum ſoll dieß nicht auch in den innern Theilen des Waſſers Platz haben (§. 259.)?

* Die Stärke der ausdehnenden Kraft muß wohl Niemanden irre machen; denn obſchon ein einzelner Theil keine ſo große Wirkung hervorbringen kann, ſo können es doch die Kräfte ſo erſtaunlich vieler gefrierender, und ſich vereinigender Theilchen zuſammen genommen.

** Herr Baumé vermuthet in ſeiner Experimentalchemie, daß ſich auch die Metalle bey größerer Kälte wieder ausdehnen. Und in der That iſt es gewiß, daß einige Metalle z. B. das Eiſen in dem flüßigen ſchwimme, und folglich ſpecifiſch leichter ſey. Wegen Aehnlichkeit der Wirkung muß ohne Zweifel auch hier die nämliche Urſache angegeben werden, die wir vom Ausdehnen des Eiſes beygebracht haben, ſobald dieſe fernere Ausdehnung der Metalle bewieſen iſt. Es mangeln mir zwar hier noch einige Verſuche, doch habe ich zuviel Verehrung für einen ſo großen Mann, als daß ich ſeine Erfahrungen allerdings verwerfen ſollte.

§. 262.

Fernere Verſuche. II. Ueber die Zerſchiedenheit des Eiſes. 1.) Werden in das Waſſer, welches gefrieren ſoll, Salze geworfen, ſo geht das Gefrie=

frieren viel langſamer vor ſich. 2.) Bey dem wirklichen Gefrieren eines Salzwaſſers gehen die Salze allemal gegen die Mitte hin. 3.) Das Eis eines geſalzenen Waſſers hängt geringer zuſammen, als das Eis eines reinen Waſſers. 4.) Auch die Zerſchiedenheit der ungeſalznen Waſſer beſtimmt zerſchiedene Feſtigkeit des Eiſes.

Beobachtungen. III. Ueber das Aufthauen des Eiſes. 1.) Wenn die Kälte über den Grad des Gefrierens abnimmt, ſo thauet das Eis auf. 2.) Dieß geſchieht aber auch manchmal bey dem Grade des Gefrierens. 3.) Ja ſogar auch bey einem größern Grade der Kälte.

I. Die Salze verhindern das Zuſammentretten, und die Verbindung der Waſſertheilchen, bis die Kälte auf einen gewiſſen Grad geſtiegen iſt (§. gegenw. II. 1.).

II. Die Waſſertheilchen verbinden ſich bey einem gewiſſen Grade der Kälte leichter mit ſich ſelbſt untereinander, als mit den Salztheilchen.

III. Ja die Salztheilchen hangen mit gefrornen Waſſertheilchen minder zuſammen, als dieſe unter ſich.

IV. Sobald die Wärme über den Gefriergrad angewachſen iſt, mangelt der Grund der Möglichkeit zum Zuſammenhange (§. 260.), weil die durch die Wärme bewegten Theilchen

chen in eine Entfernung kommen, auf die ſich die anziehenden Kräfte nimmer erſtrecken, oder weil ſie durch die Bewegung ſich ſo nahe kommen, daß ſie ſich zurückſtoſſen, und in Schwingungen auslaufen (§. 28. III.). Und eben darum wird das Austhauen nothwendig folgen.

V. **Dieſes muß aus dem nämlichen Grunde geſchehen,** wenn etwa in der Luft Salze ſind, die in das Eis eindringen, oder mit den noch flüßigen Waſſertheilchen in dem Eiſe (§. 261. II.) verbunden werden; denn auch in dieſem Falle iſt der Zuſammenhang unmöglich (hier. Beob. II. n. 1. ꝛc.). Daß aber bey zerſchiedenen Richtungen der Winde mehrere oder wenigere Salztheilchen in der Luft herumſchweben, daran läßt ſich ſo wenig zweifeln, als dieſes vom Waſſer und andern vielen fremden Theilen ganz gewiß iſt.

§. 263.

Verſuche IV. Von der künſtlichen Kälte, und dem künſtlichen Eiſe. 1.) Herr Braun (a) hat die Kälte auf ſo einen großen Grad zu vermehren gewußt, daß ſogar der Merkurius zuſammengefroren iſt, und den Hammerſtreich aushielt. Er bracht dieß hauptſächlich durch die Vermiſchung des Schnees, oder geſtoſſenen Eiſes mit Salzen beſonders dem Salmiak zuwege. 2.) Dieſe Kälte wächſt mit dem Zerfließen des Schnees, oder des Eiſes, auch wenn man dieſes durch das Feuer bewirket. Dieß zeigt ſich, wenn man ein Thermometer in dieſe Miſchung hineinſenkt, denn es fällt ſehr tief unter den Eispunkt hinunter. 3.) Wird in dieſem Gemenge von Schnee und Salz ein Geſchirr mit Waſſer eingeſtellt, ſo fängt das Waſſer zu gefrieren an. 4.) Es entſteht auch eine Kälte, wenn der Sauergeiſt (Spiritus acidi)

(a) Acta Acad. Petropol.

acidi) mit einem flüchtigen Salze vermiſchet wird; obſchon dabey ein Aufbrauſen bemerket wird.

I. Die Salze vermehren die Kälte auf einen ſehr großen Grad (Beob. n. 1.).

II. Beſonders da, wo ſie ſich mit den zerfloſſenen Schnee oder Eistheilen verbinden (n. 2.).

III. Da denn die Kälte durch reſpektive Ruhe entſteht (§. 257. III.); ſo muß durch dieſe Verbindung der Salzen mit dem friſch aufgelößten Eiſe, die Bewegung ſehr gehemmet werden.

IV. Dieſer große Grad der Kälte, der auch durch Vermiſchung der Salze mit friſchem Waſſer erhalten wird, iſt die wahre Urſache, warum ein anders Waſſer gefriere, das in dieſe Miſchung geſetzt wird; denn dieſe Kälte iſt größer, als jene, bey welcher insgemein in der Natur Eis gezeuget wird.

V. Da die Kälte der aufbrauſenden Miſchung aus Sauergeiſte und flüchtigen Alkali der vorigen ganz ähnlich iſt, ſo gilt auch von ihr alles das, was wir im Vorhergehenden von der künſtlichen Kälte aus Schnee und Salzen gemeldet haben (III. Folgeſ.).

* Warum folgt aber in dem Sauergeiſte dieſe Kälte nicht, wenn er mit fixen Alkali vermiſcht wird? Weil dort nicht nur ein bloßes Aufbrauſen, wie beym flüch=

flüchtigen Alkali, ſondern auch die Bewegung der kleinſten Theile mit den Feuertheilchen erreget wird: bey dem flüchtigen Alkali gehen die Feuertheilchen durch die Bewegung davon; denn das Thermometer, das man nahe an die Oberfläche der Miſchung hält, ſteigt, weil die Feuertheilchen dort aus dem Sauergeiſte tretten, und fällt im Gegentheile, wenn man es ganz in die Miſchung verſenket, aus der gegebenen Urſache ꝛc. (IV. III.).

** Iſt uns dieſes alles begreiflich genug, ſo wird auch die Erklärung der beſondern Verſuche, die Herr Braun (*a*) mit zerſchiedenen flüßigen Körpern angeſtellt, und Experimenta heteroclita de calore nennt, nicht zu ſchwer ſeyn. Er ließ zerſchiedene flüßige Körper, Oele, Wäſſer, Weine, Geiſter ꝛc. in einem Zimmer ſo lange ſtehen, bis er durch das Thermometer in allen einen gleichen Grad von Wärme entdeckte. Er zog alsdann aus einem jeden dieſer Oele, Geiſter ꝛc. das Thermometer mit großer Aufmerkſamkeit heraus, und bemerkte, daß nach der Erhebung deſſelben aus dem Hanſöle, Nußöle, Leinöle ꝛc. nicht die geringſte Aenderung vorgieng: hingegen, da er es aus dem ſchärfſten Weingeiſte (Spiritu vini rectificatiſſimo), aus dem ſüßen Vitriolgeiſte, aus dem Bergamottwaſſer ꝛc. herausnahm, fieng der Merkurius zu fallen an, und zwar ſo lange, bis die unten anklebende Feuchtigkeit völlig weggetrocknet war. Und da er das Thermometer aus dem Vitriolöle herauszog, ſtieg der Merkurius auf 8 bis 10 Grade. Die hinlängliche Urſache dieſer Beobachtungen iſt folgende.

1.) Die Kälte iſt von der Vertröcknung des flüßigen Körpers entſtanden; denn nur dort, und ſolange fiel der Merkurius, als die am Thermometer hangende Feuch=

(*a*) Acta Petropol. T. X. 1764.

Feuchtigkeit eintrocknete; das Oel trocknete nicht, und eben darum ward am Thermometer keine Aenderung bemerkt.

2.) Die Vertröcknung iſt eine Art von Auflöſung (wie ich an einem andern Orte zeigen werde) bey welcher die Luft ſich mit den Theilen des flüßigen Körpers verbindet. Nun dieſe Verbindung hemmet die Bewegung nicht anderſt; als ich es kurz zuvor von den Salzen behauptet habe. Aber warum entſtand beym Vitriolöle eine Wärme? — Es iſt durch viele Verſuche gewiß, daß dieſes Oel das Waſſer ſehr häufig anziehe, und ſich mit ihm erhitze; iſt es alſo ein Wunder, wenn es auch hier aus der Luft, die immer mit Waſſer geſchwängert iſt, Waſſer an ſich ziehe, ſich erhitze, und den Merkurius ſteigen mache? Der ſogenannte Pyrophorus entzündet ſich ſogar durch die Feuchtigkeit, ſo er aus der Luft an ſich ziehet.

Von dem Thermometer.

§. 264.

Drebbelius hat es der erſte verſucht, ein dergleichen Inſtrument (§. 249. Anm. 2.) zu verfertigen: es war aber, wie es die meiſten Erfindungen zu ſeyn pflegen, noch ſehr unvollkommen, weil es ſogar den Druck der Atmosphäre nicht ausſchloß. Die **Akademie zu Florenz** hat viele Verbeſſerungen daran gemacht; deßwegen wurde es auch nachmals das **Florentiniſche Thermometron** genennt. Man nahm ein gläſernes Röhrchen, das ſich unten mit einer kleinen hohlen Sphäre endigte, ohne daß man auf ein beſtimmtes Verhältniß des Röhrchens zu der Sphäre ꝛc. acht

hatte: füllte es bey gemäßigter Wärme bis auf die eine Hälfte mit gefärbtem Geiſte, und ſchloß es zu. Man ſetzte eine Tafel bey, die in gleiche Grade getheilet war, und zählte von dem Punkte, auf dem der Geiſt bey gemäßigter Wärme ſtand, hundert Grade aufwärts, und hundert abwärts gegen dem Kügelchen. Ob nun gleich dieſes Thermometron viele Vorzüge vor dem Drebbelianiſchen hat, ſo hat es doch noch auch viele Unvollkommenheiten. 1.) Es beſtimmet den **Anfang** viel zu ungewiß, und die **Größe** der zuzählenden **Grade** iſt völlig unbeſtimmt. 2.) Das Röhrchen hat zu dem Kügelchen am Ende kein gewiſſes Verhältniß. 3.) Man hat wenig darauf acht gehabt, ob der **Durchmeſſer** des Röhrchens durchaus der nämliche ſey. 4.) Einen **größern Grad der Wärme** zumeſſen, z. B. im ſiedenden Waſſer, oder Oele ꝛc. iſt dieſes Thermometer völlig unbrauchbar. 5.) Die **Luft**, die in der einen Hälfte des Röhrchens iſt, hindert durch ihre Ausdehnung das Steigen des Geiſtes. 6.) Selbſt der **Druck** des ſteigenden Geiſtes durch ſeine Schwere iſt nach ſeiner zerſchiedenen Höhe wiederum zerſchieden. 7.) Die **Ausdehnung** des Geiſtes iſt weder beſtändig, noch gleichförmig. 7.) Das **Glas** ſelber wird durch die Wärme ausgedehnt, und durch die Kälte zuſammengezogen.

§. 265.

Reaumour (*a*) hat durch ſeinen unermüdeten Fleiß und Scharfſinne das Florentiniſche Thermometer von vielen der angemerkten Fehlern befreyet. 1.) Er verlangt ein **gewiſſes, und beſtimmtes Verhältniß** zwiſchen dem ganzen Innhalte des Röhrchens, und dem größern Gefäße unten am Ende; es mag dieſes eine ſphäriſche, cylindriſche,

(*a*) Memoires de l'Academie des Sciences. a. 1730, & 31.

driſche, oder eine linſenförmige Figur haben. 2.) Er theilt das Röhrchen ſo ein, daß jeder Grad einen gleichen Raum in demſelben erhält, und bringt dadurch zuwege, daß auch da, wo der Diameter des Röhrchens nicht beſtändig der nämliche iſt, dennoch die Grade gleich ſind. Damit aber jeder Grad einen gleichen Raum einnähme, goß er nach und nach ganz kleine, doch vollkommen gleiche Proportionen Waſſer zu, und merkte die Räume, die dieſe Portionen in dem Röhrchen einnahmen. 3.) Er beſtimmt einen **gewiſſen Grad**, von dem er die Wärme **aufwärts**, und die Kälte **abwärts** berechnet, nämlich den Grad, bey welchem das Waſſer zugefrieren anfängt. 4.) Es wird auch die **Größe der Graden** von ihm beſtimmt, weil er von dem Gefrierpunkte bis an den Punkt, wo der Geiſt im ſiedenden Waſſer ſteht, 80 Grade anſetzet, und dieſe beſtimmten Grade auch abwärts unter den Gefrierpunkt hinträgt. 5.) Endlich hat er auch den Geiſt mit Waſſer ſo gemäßiget, daß er ſich immer mit **gleichförmiger Kraft** ausdehnte, und zuſammen zog. Allein

§. 266.

Auch dieſes verbeſſerte Thermometer hat noch keine abſolute Vollkommenheit.

1.) Noch immer iſt das **Glas** ſelbſt dem Ausdehnen, in der Wärme, und dem Zuſammenziehen in der Kälte unterworfen, und zwar dieſe Art des Glaſes mehr, als eine andere. 2.) Der **Weingeiſt** leidet ſelber noch ſeine Aenderungen. 3.) Auch mit dieſen Thermometer kann nicht jeder **Grad** der Wärme gemeſſen werden, weil der Geiſt bey einem größern Grade der Hitze aufſiedet, und bey einer heftigern Kälte in den Landen, die dem Weltpole nahe ſind, ſelbſt zuſam-

zuſammengefriert. 4.) Der **Druck** des ſteigenden und fallenden Geiſtes wird auch hier noch Aenderungen ſeinem Innbegriffe verurſachen ꝛc.

* Die große Mühe, mit welcher H. Reaumour den Innbegrif des Röhrchens gleich eintheilte, wird gehoben, wenn man gleichförmige Röhrchen wählt; ob ſie aber gleichförmig ſeyn, das läßt ſich entdecken, wenn man eine kleine Portion Merkurius in das Röhrchen hineinläßt, und nach und nach durch alle Theile des Röhrchens mißt, ob die Länge dieſer merkurialiſchen Säule beſtändig die nämliche ſey. Iſt ſie es, ſo iſt das Röhrchen gleichförmig, und man darf es ohne weiters in gleiche Grade theilen.

** An der Verbeſſerung des Thermometers haben noch viele andere berühmte Männer gearbeitet, beſonders **l'Isle**, **Newton**, und **Fahrenheit**. Sie wählten ſich zerſchiedene flüßige Körper, Newton brauchte Leinöl, l'Isle anfangs den ſchärfſten **Weingeiſt** (Spiritum vini rectificatiſſimum) nachmals aber mit Fahrenheit den **Merkurius**, weil dieſer auch bey ſehr groſſer Kälte flüßig bleibt. Aus eben dieſer Urſache ſcheint mir auch der Merkurius in dem Thermometer des Reaumours, wenigſtens an den Orten, wo die *Kälte* weit größer, als in unſern Gegenden iſt, der tauglichſte Körper zu ſeyn. Was hier noch ferner anzumerken wäre, iſt alles ſchon in den reaumouriſchen Verbeſſerungen enthalten.

Nur von dem Thermometer des Fahrenheit muß *ich* noch einige Erinnerungen machen, weil es einen öftern Gebrauch hat. 1.) Fahrenheit verlangt ein Röhrchen, deſſen Innbegriff ſich zu dem Inbegriffe des untern Gefäßes

wie

wie 670 : 11124 verhält. 2.) Er fängt die Grade von jenem Punkte zu zählen an, auf welchem der Merkurius bey der künſtlichen Kälte von dem Gemenge aus Salmiak und Schnee ſtehet, und ſetzt von dieſem bis auf den Gefrierpunkt 32° an. Den Grad der gemeldten künſtlichen Kälte berechnet er mit o, und trägt die ſo beſtimmten Grade auf und abwärts, ich ſage abwärts; denn die Kälte wird durch die Kunſt wohl noch merklicher vermehrt, und nicht nur bis auf 40°, wie Boerhaave anſetzet, ſondern nach H. Gmelin wohl auch bis auf 120, 76 Grade unter den Grad o des Fahrenheitiſchen Thermometers getrieben (§. 263.). 3.) Die Fahrenheitiſchen Grade ſind überdas kleiner als die Reaumouriſchen, und verhalten ſich, wie 4 : 9. Aus dieſem Verhältniſſe und zugleich aus den bekannten Punkten, wo Fahrenheit, und Reaumour die Grade zu zählen anfangen, laſſen ſich die Beobachtungen an dem Fahrenheitiſchen Thermometer, mit jenen auf dem Reaumourianiſchen ohne Beſchwerniß vergleichen; wenn nur in beyden Geiſter von der nämlichen Ausdehnung, oder in beyden wohl und gleich gereinigter Merkurius eingefüllt iſt.

*** Wie zerſchiedene Thermometer z. B. das Desliſliſche, Reaumourianiſche, und Fahrrnheitiſche ꝛc. mögen verglichen werden, zeiget eine richtige und genaue Vergleichungstafel des H. Brauns in dem VII. Band der Comment. Petrop. nov. Es iſt auch von der Verbeſſerung der Thermometer eine Abhandlung in eben den Comment. Petrop. T. III. eingerückt von Georg. Bernhard Bülffinger.

II. Kapitel.

Von der Natur des zuſammengeſetzten Feuers, oder der Flamme.

§. 267.

Verſuche, und Beobachtungen. 1.) Mit der Vermehrung der Wärme fangen die Körper theils zu **glühen**, theils auch hell **aufzubrinnen** an (§. 245.). 2.) Die Wirkungen der brinnenden und glühenden Körper kommen in der Hauptſache überein, und ſind eben diejenigen, obſchon in einem größern Grade, welche überhaupt mit der Wärme verbunden ſind. 3.) Nur das **Leuchten** iſt den glühenden und brinnenden vor andern warmen Körpern beſonders eigen.

I. **In den Körpern, welche brinnen, oder glühen, muß die ſchwingungförmige Bewegung der kleinſten Theilchen heftiger, als in andern warmen Körpern ſeyn;** weil das Brinnen und Glühen einerley Urſprung (n. 1.) und einerley Wirkungen (n. 2.) mit der Wärme hat.

II. **Der brinnende, und glühende Körper wirkt nicht allein auf unſer Gefühl,** wie die übrigen erwärmten Körper, **ſondern er wirkt auch auf unſer Auge.**

III. **Die Bewegung die beym Glühen, und Brinnen vermehrt wird, muß wenigſtens ein Theilgrund des Leuchtens ſeyn.**

IV. Wenn

IV. Wenn durch die Bewegung in den glühenden, und brinnenden Körpern Lichttheilchen **ausgeworfen**, oder eine Lichtmaterie, die ſchon im ganzen Univerſum zugegen iſt, wie H. Euler will, in eine **zitternde** Bewegung verſetzet wird, **ſo müſſen die Körper nothwendig leuchten.**

* Ob das Licht aus den Körpern ausfließe, wie Newton, oder ob eine überall vorhandene Lichtmaterie in eine zitternde Bewegung komme, wenn ſie leuchten, wie Cartes, Euler ꝛc. davor halten, dieß werden wir bald hernach unterſuchen, hier ſind wir blos mit der Natur der Flamme beſchäftiget.

§. 268.

Weitere Verſuche und Beobachtungen von dem Unterſchiede eines glühenden, und brinnenden Körpers. I. Bevor ein Körper gänzlich zum Brinnen gebracht wird, fängt er erſt **zu rauchen** an. 2.) Anfangs ſteigt ein **weißer Rauch**, oder vielmehr ein **Dampf** in die Höhe, der, wenn er aufgefangen wird, ſich in ein helles Waſſer verſammelt. In dieſem Waſſer trift man ſaure, oder alkaliſche Salze an, und nach Zerſchiedenheit der Körper, wovon der Dampf aufſteigt, werden auch andere zerſchiedene Eigenſchaften in demſelben wahrgenommen. 3.) Auf den Dampf folgt ein ſchwarzer, dichter, ſcharfer, übelriechender, undurchſichtiger Rauch, und endlich entſteht die Flamme. 4.) Mit der Flamme nimmt der Rauch ab, und iſt um ſo unmerklicher, als die Flamme zunimmt. 5.) Verliſcht die Flamme, ſo ſteigt der Rauch abermal in die Höhe, 6.) und läßt ſich, ſo, wie der erſtre, ganz leicht ent-

zünden. II. Der glühende Körper raucht weder zuvor, noch darnach, als er zum Glühen gebracht wird. 2.) Sein Licht iſt ſehr ſchwach. 3.) Was man an der Kohle ſowohl im offenen, als im geſchloſſenen Feuer beobachtet, das hab ich oben ſchon (§. 235.) angewerket.

I. **In allen Körpern, welche in eine helle Flamme aufbrinnen, geht eine Auflöſung, und eine Abſönderung des brennlichen Weſens vor.** Denn der Rauch beſteht aus lauter Theilchen des brennlichen Körpers, welche von dieſem abgeſöndert werden, und weil ſie ſich ſo abgeſöndert entzünden laſſen: ſo ſind ſie das brennliche Weſen entweder ſelbſt, oder ſie müßen wenigſtens damit verbunden ſeyn.

II. **Zur wirklichen Entzündung dieſer aufgelößten und abgeſönderten Körpertheilchen wird ein größerer Grad von Wärme erfordert;** denn ſie erfolget erſt nach einer langen Weile, oder bey der Annäherung einer Flamme (Beob. n. 3. 6.).

III. **Nur jene Körper ſind brennlich, und können entzündet werden, von welchen ein Rauch aufgelöſet wird, der brennliches Weſen enthält.**

IV. **Bey einem blos glühenden Körper gehet keine ſolche Abſönderung vor.** (Beobacht. II. 1.).

V. Man kann alſo dieß für den **zweyten** Unterſchied des brinnenden Körpers von dem glühenden angeben,

Daß

daß nur von jenem, nicht aber von dieſem brennbare Theile aufgelöſet, und abgeſöndert werden.

§. 269.

Der Körper brinnt, wenn die aufgelößten, und von ihm abgeſönderten Theile in eine ſo heftige ſchwingende Bewegung verſetzet ſind, daß ſie entweder die Lichtſtralen auswerfen, oder aber (nach Eulern §. 267. IV. Anm.) die ſchon vorher überall gegenwärtige Materie auch zur gehörigen Bewegung bringen.

2.) Werden aber keine Theile von dem Körper abgeſöndert, ſondern nur die noch wirklich zuſammenhangenden ebenfalls in eine ſehr heftige Bewegung verſetzet, ſo wird er glühen. Dieſe zween Sätze bedürfen keines fernern Beweiſes; denn ſie ſind eine richtige Folge aus den vorhergehenden Verſuchen.

I. Was immer den Körper in die hier beſchriebene Bewegung verſetzet, das entzündet ihn, oder macht ihn glühen. So werden die Körper durch Reiben, Vermiſchung zerſchiedener flüſſiger Körper, durch Annäherung eines andern brinnenden Körpers ꝛc. entzündet (§. 245.).

II. Da es weit leichter iſt, die ſchon abgeſönderten, flüßigen, und ganz lockern Theile in dieſe Bewegung zu verſetzen,

ſetzen, als die noch wirklich zuſammenhangenden, feſten Theile z. B. eines Metalles, ſo kann ein brennlicher Körper leichter entzündet, als die andern glühend gemacht werden.

III. Die Bewegung iſt in den aufgelößten, und abgeſonderten Theilen, nicht nur leichter zu erregen, als in den glühenden, ſondern ſie muß aus dem nämlichen Grunde auch weit heftiger, und ſtärker werden, und dieß iſt die Urſache, warum die Flamme mehr Licht giebt, als ein nur glühender Körper.

IV. Da der Rauch, der von einer erloſchenen Flamme auſſteiget, ein ſehr lockerer Körper, und ſchon wirklich warm, folglich in einer ſchwingenden Bewegung iſt, ſo muß er aufs neue ganz leicht von einer hinzubewegten Flamme entzündet werden.

V. Die Flamme muß weit größer ſeyn, wenn über derſelben ein cylindriſches Gefäß fortgehet, das den Rauch einſchließt, und ihn beſtändig wärmer erhält.

* Hieraus laſſen ſich auch andere Beobachtungen die wir bey brinnenden, und glühenden Körpern machen, ohne Mühe erklären. Z. B. 1.) Woher die Bewegung komme, welche wir in dem Dachte einer Lampe, oder eines Kerzenlichtes wahrnehmen? 2.) Warum ein Geräuſch, ein Spritzen entſtehe, wenn ein Waſſer auf die Flamme kömmt, oder warum dieß oftmal ohne dem Zu-

tritt

tritt eines neuen Waſſers geſchehe? 3.) Warum das Oel und Unſchlitt, nicht aber der Dacht verzehret werde? 4.) Warum von dem Holze nur die Aſchen zurückbleiben? 5.) Warum von dem Winde das Licht ausgelöſchet, 6.) Hingegen ein anders mehr angeflammt werde? 7.) Was die Luft, die zuvor in dem brennlichen Körper enthalten war, zur Flamme beytrage? (§. 115. n. 4.) 8.) Warum ſich die Flamme in eine Kegelförmige Figur zuſpitze? nämlich die Flamme iſt ſpecifiſch leichter als die kalte Luft, ſie wird alſo in die Höhe gedrückt, und muß ſchon darum, wegen dem Widerſtande der übrigen Luft, durch die ſie aufſteiget, nicht rund, ſondern etwas länglicht und ſpitzig werden. Dazu kömmt noch, daß in der Mitte, wo die gröſste Hitze iſt, die Luft am meiſten verdünnert, und beym Spitze der Flamme der kleinſte Widerſtand ſeyn müſſe.

** Die Urſache von den zerſchiedenen Farben des Lichtes werden wir an ſeinem beſondern Orte entwickeln.

§. 270.

Weitere Verſuche über das, was die Luft zum Brinnen beyträgt. I. Wenn man eine Flamme z. B. eine brinnende Wachskerze, unter den Recipienten ſtellt, und die Luft nach und nach herauspumpet, ſo fängt ſie an immer ſchwächer zu brinnen, bis ſie zuletzt vollkommen erliſcht. 2.) Alsdann ſteigt aber der Rauch beſtändig ſenkrecht in die Höhe, ſo lange, als ſich der ſchon aufgeſtiegene, bey der immer fortgeſetzten Verdünnerung der Luft, in der Höhe erhalten kann. 3.) Ich nahm, um mich allerdings von dieſem Erfolge zu verſichern, ein Rauchkerzchen,

weil

weil der Rauch bey demſelben anhaltend iſt; und habe das nämliche beobachtet, was ich vorher von dem Rauche des Wachslichtes ſagte. 4.) Das Rauchkerzchen war lange Zeit im luftleeren Raume, ohne zu verlöſchen. II. Wird das Licht in ein kleines, oben geſchloſſenes Gefäß geſetzet, ſo erliſcht es ſehr geſchwind. 2.) Es dauert länger, wenn das Gefäß raumiger iſt. 3.) und brinnt ungehindert, wenn eben daß Gefäß oben eine Oefnung hat. 4.) Aber auch da verliſcht es wieder, wenn der untere Ranſt in das Waſſer verſenket, und alſo das Gefäß unten geſchloſſen wird.

I. Zu einer wirklichen Flamme wird die Luft erfordert (Beob. I. n. 1.) und zwar eine friſch zutrettende Luft (Beob. II. n. 1. 2. 3. 4.).

II. Der größere Druck von der durch die Wärme ausgedehnten Luft kann die Urſache nicht ſeyn, warum die Flamme erliſcht; denn dieſe erliſcht auch da, wo die Luft ausgepumpet wird (Beob. I. n. 1.), und wo ſie durch eine Oefnung austretten kann (Beob. II. n. 4.).

III. Eben ſo wenig kann man es für eine Urſache des Erlöſchens angeben, daß die Theilchen, welche von dem brinnenden Körper aufgelöſet und abgeſöndert werden (§. 268. I. ꝛc.) nimmer aufſteigen können; denn der Rauch ſteigt (nach der I. Beob. n. 2. 3.) lange ſenkrecht in die Höhe, auch wenn die Flamme ſchon erloſchen iſt; mithin auch die brennlichen Theile ꝛc.

IV. In den angeführten Verſuchen ſcheint der Abgang einer neuen, beſtändig

friſch

friſch zutrettenden Luft, die wahre Urſache des Erlöſchens zu ſeyn; wenigſtens erliſcht die Flamme jedesmal, als eſt keine friſche Luft einen Zutritt hat.

* Aber Warum das? der Ueberſetzer der Experimentalchemie des H. Baumé, D. Johann Carl Gehler glaubet: die Luft, wenn ſie einmal von den Theilchen, die in dem brinnenden Körper aufgelöſet werden, geſättiget iſt, löſche das Licht aus der Urſache aus, weil ſie alsdenn keine neue Theile mehr anſnehmen kann. Aber, von welchen Theilen iſt die Luft ſo geſättiget? von den brennlichen? doch, dieſe ſteigen ja auch von der erloſchenen Flamme in die Höhe (III.). Oder redet Herr Gehler vieleicht von einem Phlogiſton, daß von der Luft rings herum angezogen, und aufgelöſet wird? Doch, wie beweiſet er dieſes Anziehen?

** Wenn ich meine Meinung von dieſer Sache erklären ſoll: ſo bekenn ich es aufrichtig, daß mir die bisherigen Verſuche noch nicht hinlänglich ſcheinen, dieſe Frage zu entſcheiden. Doch muthmaſſe ich: die Luft trage zum Brinnen vieles als ein Inſtrument bey, ſowohl durch ihren Druck, als durch die Dünſte, (ich verſtehe Waſſer, und brennliche Theilchen) mit denen ich ſie immer erfüllt zu ſeyn glaube (*a*). Ob nun ſchon der Druck der Luft, in den beſchriebenen Verſuchen der Flamme nicht mangelt, ſo gehen doch die friſchen brennlichen Theile, und auch die Dünſte ab; weil diejenigen, die in der

(*a*) Sieh die Abhandlung des H. Joſ. Prieſtley, Transact. Phil. LXII. Band. Mit welch fremden Theilen die Luft immer geſchwängert ſey, iſt ausführlich zu leſen bey Joh. Arbuthnot von den Wirkungen der Luft. Cap. I.

der Luft waren, ſchon verzehret, und keine neue Luft, wenn ſie alle ruhig iſt, zugeführet werden kann. Was mich auf dieſen Gedanken brachte, iſt die tägliche Beobachtung, die uns lehret, daß auch eine glühende Kohle Flammen gebe, wenn die Luft häufiger zugeblaſen, und und mit ihr vielleicht auch andere theile zugeführet werden. 2.) Weil in jeder Flamme Waſſer iſt. 3.) Weil, wenn Waſſer tropfenweiſe in das Feuer geſpritzet wird, die Flamme heftiger auflodert. 4.) Endlich die Verſuche des H. Joh. Prieſtley (*a*), durch die er brennliches Weſen in der Luft entdecket hat: und jene, die uns vom Daſeyn des Waſſers auch in der trockenſten Luft überzeugen, und die ich weiter unten genau beſchreiben werde. Doch mag es auch wohl ſeyn, daß die beſtändig zufließende Luft durch ihren Ausſtoß zu Erhaltung der Flamme das Ihrige beytrage (*b*). Nur ſcheint mir dieſes allein nicht vollkommen zuzureichen.

*** Die übrigen Wirkungen des Feuers, als das Schmelzen, Calciniren, Vitrificiren ꝛc. werden auf unſrer hohen Schule in den chemiſchen Vorleſungen erklärt, und können aus den Grundſätzen, die wir hier feſt geſetzt haben, ſehr leicht verſtanden werden. Bey der Verkalchung der unvollkommenen Metalle wird das brennliche Weſen vom Feuer verzehrt, und deßwegen können dieſelben durch Kohleſtaub wieder hergeſtellet werden. Warum aber das Minium um einen 0, 1 ſchwerer werde, als das Bley war, aus dem es durch die Calcination erhalten wird, darüber ſind die Meinungen ſehr zerſchieden.

Ge-

(*a*) Transact. Phil. T. LXII.
(*b*) Succows Naturlehre I. Th. §. 584.

Genug ſcheint mir keine zu thun, und die beßte möchte vielleicht jene des H. Beraud (a) ſeyn, welcher glaubte, daß bey dem Verkalchen immer neue Luft zutrette, und da dieſe durch die ſehr große Hitze ſtark ausgedehnt wird, ihre fremde Theile, d. i. die Dünſte ꝛc. in das Bley fallen laſſe, welche alsdann mit dieſem verbunden das Gewicht des Miniums vermehren. Von ieder Portion Luft kann freylich nur ein ganz kleiner, und noch unmerklicher Zuwachs erhalten werden; da aber während der ganzen Operation immer friſche Luft hinzukömmt, ſo werden dieſe Theilchen endlich merklich, und werfen das vermehrte Gewicht des Miniums aus. Warum wird aber das Silberglätte außer dem Feuer nach und nach abermal leichter? —— Vielleicht weil die Luft die zuvor angelaſſene Theilchen wiederum nach und nach aufnimmt und fortführet.

III. Kapitel.

Von dem Lichte.

I. Vorläufige Anmerkungen über die Natur des Lichtes. II. Erklärung der allgemeinen Eigenſchaften, und Geſetze des Lichtes. III. Nähere Beſtimmung der Natur des Lichtes, und Anwendung der feſtgeſetzten Gründe. Dieß ſind die Gegenſtände des gegenwärtigen Kapitels.

I. Vor-

(a) Mineral. Beluſtig. VI. Band.

I. Vorläufige Anmerkungen über die Natur des Lichtes.

§. 271.

Das, durch was uns die Körper ſichtbar werden, heißen wir das **Licht**. Werden ſie unſerm Auge ſichtbar, oder können ſie es wenigſtens werden, ohne daß ſie dazu der Gegenwart eines andern Körpers benöthiget ſind, ſo nennt man ſie **leuchtende**, und im Gegentheile **beleuchtete** Körper, wenn wir ſie ohne Zuthun eines andern nicht ſehen.

I. Daher muß man den Grund und die Natur des Lichtes in **leuchtenden**, nicht in **beleuchteten** Körpern aufſuchen.

II. Weil uns ein **leuchtender** Körper auch aus einer großen Entfernung ſichtbar iſt: ſo muß das Licht entweder von ihm ausfließen, oder ſchon zuvor den ganzen Zwiſchenraum ausfüllen, und von dem leuchtenden Körper nur in eine Thätigkeit verſetzet werden.

III. Auch ein **erleuchteter** Körper, damit er wirklich geſehen werde, muß durch dieſe Materie auf unſere Augen wirken.

§. 272.

Verſuch I. über die Feinheit der Lichtmaterie. Durch eine ganz kleine Oeffnung, die man z. B. in ein Papier mit einer Nadel macht, läßt ſich, ohne das Papier zu verrücken, eine ganze weite Ebene, oder zu Nachts der ganze heitere Himmel überſehen, ſo,

daß

daß man alle Körper auf denſelben, wie ſonſt, voneinander unterſcheiden kann.

Folgeſatz. Die Lichttheilchen müſſen eine Feinheit haben, die unſre Einbildungskraft weit überſteiget; ſonſt könnten unmöglich von allen Körpern, und zu allen Zeiten ſo viele Lichtſtralen die ganz kleine Oeffnung des Papiers durchbewegt werden, als nöthig ſind, um uns die Körper alle ſichtbar zu machen.

§. 273.

Verſuche II. über die Fortpflanzung des Lichtes. 1.) Wenn man einen Lichtſtral durch eine kleine Oeffnung in ein verfinſtertes Zimmer einfallen läßt, ſo ſcheint er, ſo viel unſer Auge unterſcheiden kann, vollkommen gerade hinzugehen, und einen Konus zu bilden, ohne daß er ſich bey ſeinem Eintritte ſeitwärts in Kreiſe verbreitet. 2.) Fällt er auf die Glocke einer Luftpumpe auf, ehe man die Luft ausgeſogen hat, ſo iſt der Konus vor, in, und nach dem Recipienten noch ſichtbar. 3.) Er verſchwindet aber im Luftleeren Raume, ſo bald die Luft herausgepumpet wird.

I. **Das Licht wird**, ſo viel ſichs mit den Augen meſſen läßt, **in einer geraden Linie fortgepflanzt** (1. Verſ.).

* H. Roger Boſcovich beweiſet mühſam, daß der Weg des Lichtes aus der Beobachtung allein nicht für vollkommen gerade angegeben werden mag (*a*).

II. Das

(*a*) Diſſert. de lumine P. I. §§. 1. — 30.

II. Das, was wir bey dem erſten Verſuche beobachten, überzeugt uns auch, daß **das Licht keineswegs Zirkel- oder Wellenförmig verbreitet werde.**

III. Da der Lichtſtral einen förmlichen Konus bildet, ſo muß das Licht immer **ſchwächer** werden, je weiter es von dem Körper **entfernet** iſt, von dem es ausgieng, und zwar im **Quadratverhältniſſe** dieſer Entfernung. Denn die Abnahme des Lichtes verhält ſich wie die Zirkelflächen des Lichtkonus, und dieſe verhalten ſich wie die Quadrate der Entfernungen vom leuchtenden Punkte; folglich verhält ſich auch die Abnahme des Lichtes nicht anders ꝛc.

IV. Der einfallende Lichtſtral würde nie ſeitwärts geſehen werden können, wenn **die Luft nicht zugegen, und mit vielerley fremden Theilen, die in derſelben herumſchwimmen, angefüllt wäre** (Verſ. n. 2. 3.).

§. 274.

Aſtronomiſche Beobachtungen über die Fortpflanzung des Lichtes.

1.) Um den **Jupiter** bewegen ſich vier Monden, oder Trabanten herum. Kommen dieſe in den Schatten des Jupiters, ſo verſchwinden ſie (immerſio ſatellitis), und werden wieder ſichtbar, ſobald ſie denſelben verlaſſen (emerſio ſatellitis). Der **erſte** Trabant der der nächſte am Jupiter iſt, vollendet ſeinen periodiſchen Umlauf in der mittern Zeit (tempore medio) $= 1^{T.}\ 18^{St.}\ 28'\ 36''$. 2.) Wenn man die Zeit der **Verfinſterung** dieſes Trabanten berechnet, ſo ſcheint

uns

uns dieſe um 16′ 26″ = 986″ früher zu geſchehen, da der Jupiter der Erde am nächſten iſt, als da er von der Erde den weiteſten, und von der Sonne den kleinſten Abſtand hat. 3.) Weil aber Jupiter auch von der Sonne, und dieſe von der Erde nicht allemal gleichweit entfernet iſt, ſo hat der berühmte Aſtronom **Johann Pound** (a) und **H. Margentin** (b) aus ſehr vielen Beobachtungen Tabellen verfertiget, welche bis auf unſere Zeiten genau eingetroffen haben, und überzeugend darthun, daß die zerſchiedene Zeit der Verfinſterung der Trabanten mit der zerſchiedenen Entfernung der Planeten genau im Verhältniſſe ſtehe. 4.) Die **Bewegung** des Jupiters wird von der Erde in der kleinſten, und größten Entfernung nicht merklich geändert. 5.) Doch leidet ſie eine ſtarke Aenderung in der kleinſten Entfernung vom Saturnus, ohne daß ſich deßwegen die periodiſche Zeit des erſten Trabanten abändert.

I. Die Zerſchiedenheit der Zeit, in der die Trabanten verſchwinden, kann nicht von der Ungleichheit ihrer Bewegung herkommen; denn ſie bewegen ſich um ihren Planeten ordentlich in periodiſchen Zeiten, weil immer die nämlichen Kräfte des Planeten wirken.

II. Auch die Erde kann dieſe Aenderung nicht verurſachen; denn dieſe müßte weit merklicher in dem Planeten ſelbſt ſeyn, weil dieſer ein weit größerer Körper iſt: ſo wie in der That der Saturnus die Bewegung des Jupiters nicht aber des Trabanten abändert

(Beob.

(a) Transact. Anglois. an. 1719.

(b) Sieh die Ephemerides Aſtron. Max. Hell.

(Beob. n. 5.). Nun aber wir beobachten in dem Planeten gar keine merkliche Aenderung, folglich ꝛc. Ferner müßte das Anziehen der Erde die Bewegung des Trabanten, da er ſich von ihr entfernet, ſo ſehr mindern, als es ſelbe in der Annäherung beſchleuniget hätte.

III. **Die Verfinſterung des erſten Trabanten muß alſo für ſich ſelbſt nach ganz gleichen Zeiten geſchehen,** und die beſchriebene Abänderung in der Zeit muß eine ganz andere Urſache haben.

§. 275.

Die Fortpflanzung des Lichtes geſchieht nicht augenblicklich, ſondern in einer Zeit, die für ſich ſelber theilbar iſt; denn nur auf dieſe Weiſe läßt ſichs erklären, warum in der kleinſten Entfernung des Jupiters von der Erde die Verfinſterung des erſten Trabanten um 16′. 26″. früher beobachtet werde; und wenn wir annehmen, daß das Licht in der Zeit von 16′. 26″. den ganzen Durchmeſſer von dem Laufkreiſe der Erde durchlaufe, ſo muß es wirklich alſo geſchehen. Es ſey (III. Tab. Fig. I.) S die Sonne, Tctd ſey die Laufbahne der Erde, ab ein Bogen von der Laufbahne des Jupiters. Wenn die Erde in T iſt, ſo muß ſie vom Jupiter um den ganzen Durchmeſſer ihrer Laufbahne Tt weiter entfernet ſeyn, als wenn ſie in t iſt. Wenn alſo das Licht nur in der Zeit von 16′. 26″. den Durchmeſſer Tt durchläuft, ſo muß das Licht welches zum letztenmale vor der Verfinſterung des Trabanten von ihm ausgieng, ſpäter auf die Erde kommen, und die Beobachtung ſo, wie ſie wirklich iſt, beſchaffen ſeyn. Da ſich nun

dieſe Beobachtung, und der Unterſchied in der Zeit der Verfinſterung anders nicht erklären läßt (§. vorgeh. I. II.), ſo kann man die Wahrheit dieſes Satzes nimmer in Zweifel ziehn.

* Der Beweis, den wir hier angaben, wird noch weit einleuchtender ſeyn, wenn wir ihm weiter unten eine andere Beobachtung von dem Abweichen des Lichtes bey den Fixſternen (de aberratione luminis) an die Seite ſetzen werden, die mit unſerer Erklärung vollkommen übereinſtimmt.

I. Das Licht durchläuft alſo den Durchmeſſer von der Laufbahne der Erde in $16'\ 26''$.

II. Mithin muß es den halben Durchmeſſer, oder den Abſtand der Erde von der Sonne in $8'\ 13'' = 493''$ machen, das iſt, (weil die Entfernung der Sonne wenigſtens 23000 halbe Durchmeſſer der Erde, und der halbe Durchmeſſer der Erde 860 deutſche Meilen beträgt;) 23000 . 860 = 19780000 deutſche Meilen. Folglich wird es in der Zeit $= 1''$ über 40121 dergleichen Meilen durchlaufen.

III. Da nun die Entfernungen der übrigen Planeten von der Erde aus der Aſtronomie gleichfalls bekannt ſind, ſo läßt es ſich ganz leicht beſtimmen, wieviel Zeit erfordert werde, um bey uns das Licht von jedem Planeten zu erhalten. Und da man aus der Lehre von der Paralaxe weis, daß die Fixſterne eine un-

vergleichlich größere Entfernung haben müſſen, ſo können uns dieſe erſt nach einer noch weit längern Zeit, und zwar die nächſten erſt nach mehr als 7 Jahren ſichtbar werden.

IV. Aus der Geſchwindigkeit, mit welcher das Licht fortgepflanzet wird, folgt ferner, daß, wenn ein Lichttheil von dem andern auch ganze 40 deutſche Meilen entfernet wäre doch in der Zeit = 1, 1000 ſolche Theilchen nacheinander auf das Aug wirken, und die Empfindung in demſelben anhaltend, und ununterbrochen ſcheinen müßte; denn einen $\frac{1''}{1000}$ würde man nie unterſcheiden können.

* Nun wollen wir es verſuchen, ob ſich aus dieſen Eigenſchaften nicht auf die Natur des Lichtes ſchließen laſſe, und alsdann erſt die übrigen Eigenſchaften auseinander ſetzen. Zwo zerſchiedene Meinungen theilen in dieſer Frage die Naturkündiger (§. 271. II.). Die einen folgen dem des Cartes, und behaupten, der ganze Raum, in welchem die Körper ſichtbar ſind, ſey mit einer ganz feinen, und vollkommen elaſtiſchen Materie erfüllt, welche von dem leuchtenden Körper in eine elaſtiſche, und zitternde Bewegung verſetzet, dieſe Bewegung bis zu unſerm Auge fortpflanzet. Dieſe Hypotheſe hat einen ſtarken Vertheidiger an dem groſsen Euler erhalten. Die andern folgen dem Newton, und wollen, daß das Licht, aus dem leuchtenden Körper ausfließe, bis auf das Aug hinbewegt werde, und die Empfindung des Lichtes hervorbringe. Beyde unterſcheiden alſo die reinen Feuertheilchen nicht von dem Lichte; doch, damit ſie leuchten, fordern ſie eine ſehr geſchwinde Bewegung, durch welche nach Newtons Meinung jeder Theil den gan-

zen Raum ſelbſt durchläuft; nach dem Cartes aber nur in eine zitternde Bewegung verſetzet wird. Wir wollen das Wahrſcheinlichere von beyden aufſuchen.

§. 276.

Wenn das Licht blos in einer zitternden Bewegung der ſchon zuvor gegenwärtigen, und höchſt elaſtiſchen Feuertheilchen beſtünde, ſo könnte die Fortpflanzung deſſelben nimmer nach einer geraden Richtung geſchehen, ſondern ſie müßte zirkelförmig, wie in der Wellenbewegung ſeyn; denn wenn eines von dieſen Lichttheilchen nach einer beſtimmten Richtung geſtoſſen wird, ſo muß ſein Durchmeſſer nach dieſer Richtung kleiner, hingegen nach einer andern, die dieſe unter einem rechten Winkel durchſchneidet, größer werden: mithin wird es bey dem Zuſammendrücken ſeitwärts eben ſo wirken, wie es bey Zurückſtellung ſeiner vorigen Figur nach der Richtung des Stoſſes auf ein gerade entgegenliegendes gleiches Theilchen wirket. Setzen wir aber das geſtoſſene, und durch den Stoß zuſammengedrückte Lichttheilchen liege mit dem nächſten nicht in gerader Linie, ſondern wirke auf zwey, oder noch mehrere zugleich, ſo muß die Wirkung auf jedes unter einem beſondern Winkel, und eben darum nach mehrern Richtungen vorgehen. Z. B. (Fig. II. T. III.) das Lichttheilchen a ſtoſſe auf c, welches von den andern Theilchen b, d und e berühret wird, ſo wird das Theilchen c, da es wegen dem Stoſſe wirklich ſeine Figur ändert, mit gleicher Kraft auf b und d, und alsdann erſt, wann es ſeine Figur zurück erhält, auf das Theilchen e wirken. Wirkt aber a auf b und c zugleich, ſo müſſen auch die Schwingungen deſſelben nach der Richtung

ac und ab mitgetheilt, und alſo auch die Bewegung dorthin fortgepflanzet werden. Würde man ſagen wollen, die Lichttheilchen ſeyen voneinander entfernet, und berühren ſich nicht: ſo fragt es ſich 1.) um den hinlänglichen Grund dieſer Entfernung, und noch mehr 2.) wie die geradlinichte Fortpflanzung des Lichtes zu erklären ſey? Denn es müßte hier das ſchon geſtoſſene Lichttheilchen ſo lange beweget werden, bis ihm ein anderes entgegenſtünde; und dann würde es auch gar ſelten in einer geraden Linie, die durch die Mittelpunkte der Theilchen gehet, wohl aber ſehr oft ſchief auf dieſe hinſtoſſen, und in dieſer ſchiefen Richtung das Licht fortpflanzen.

* Die große Geſchwindigkeit des Lichtes hindert die Wirkung nach der ſchiefen Richtung nicht im geringſten; bey andern Körpern mag es wohl geſchehen, daß z. B. eine Bleykugel, die man durch einen beweglichen Körper ſchießet, denſelben durchbohre, ohne ihm ihre Bewegung mitzutheilen, weil hier der zubewegende Körper weit größer, und ausgedehnter iſt, als daß von der auffallenden Kugel in einer ſo kurzen Zeit die Geſchwindigkeit allen übrigen Theilen deſſelben mitgetheilet werden könnte. Dieß gilt aber nicht auch von dem Lichte, wo die Theilchen der angenommenen Materie alle gleich groß, gleich elaſtiſch, und gleich beweglich ſind. Es läßt ſich alſo hier keine Gleichheit der beyden Fälle angeben, und unſer Beweis in dem gegenwärtigen §. bleibt in ſeiner Vollſtändigkeit.

I. Da nun das Licht, entweders durch eine ſchon zuvor überall vorhandene, oder durch eine von dem leuchtenden Körper ausfließende Materie nothwendig erkläret werden muß (§. 271. I. II.), und

die Fortpflanzung nach der geraden Linie im erſten Falle allerdings unmöglich ſcheinet (gegenw. §.); ſo bleibt uns nur der zweyte Weg noch übrig, den wir zur Erklärung des Lichtes einſchlagen können.

II. Aber auch dieſer kann nicht für richtig angegeben werden, wenn man aus ſelben die Eigenſchaften des Lichtes nicht hinlänglich erkläret, oder wenn ſich kein zureichender Grund des Ausfließens aus richtig bewieſenen Kräften aufbringen läßt.

* Daher können wir dieſes Ausfließen nur Bedingnißweiſe annehmen, und ſehen, was in dieſer Hypotheſe geſchehen müßte, und welche Eigenſchaften aus dieſem unterdeſſen angenommenen Satze folgten; dieß wollen wir in den folgenden §§. unternehmen, und ſowohl die Haupteigenſchaften des Lichtes insgemein, als den Grund der zerſchiedenen Farben beſonders aufſuchen.

II. Von den allgemeinen Eigenſchaften des Lichtes.

Zu den allgemeinen Eigenſchaften des Lichtes rechne ich 1.) das **Abweichen** der Lichtſtralen (diffractio ſeu inflexio lucis), 2.) das **Brechen** (refractio), 3.) das **Zurückprellen** derſelben, und endlich 4.) die **Zerſchiedenheit** des Lichtes ꝛc.

Von dem Abweichen, oder Neigen der Lichtſtralen, wenn ſie bey den Körpern vorübergehn (de Inflexione, diffractione lucis).

§. 277.

Verſuche. I. Newton ließ einen Lichtſtral in ein verfinſtertes Zimmer einfallen, und an der ſcharfen Schneide eines Meſſers ganz nahe vorbeygehen. Der Stral (Fig. III. T. III.) theilte ſich bey b nach den Richtungen bc, bd, be. II. Er hielt dem Strale zwo Schneiden, parallel übereinander, entgegen und ſo, daß dieſe nur einen ganz kleinen Abſtand voneinander hatten. Der Stral theilte ſich auch hier, und in der Mitte erſchien auf der entgegenſtehenden weißen Fläche eine dunkle Mackel. 2.) Dieſe ward immer größer, je mehr er den Zwiſchenraum der Meſſer verkleinerte. III. Er ließ den Stral auf ein Menſchenhaar, deſſen Durchmeſſer $= \frac{1}{280}''$ war, in der Entfernung $= 12'$ auffallen. Der Schatten deſſelben, den er in der Entfernung = 10 maß, war $= \frac{1}{8}''$, und alſo 35 mal größer, als die Breite des Haares. 2.) Er legte das Haar zwiſchen zwo gläſerne wohlgeſchliffene Tafeln ins Waſſer, und hielt es dem Strale entgegen. Die Erſcheinung war die nämliche, wie vorhin (*a*). 3.) **Muſchenbroeck** bezeugt, daß er eben das beobachtet habe, als er die elektriſche Materie häufiger gegen das erleuchtete Haar hintrieb.

I. **Der Lichtſtral ward von ſeiner vorigen Richtung**, auch in einer, zwar ganz kleinen Entfernung von dem Körper, bey dem er vorübergehen ſollte, **abgetrieben.** Alle Verſuche (I. II. III.) beweiſen es.

II. Die

(*a*) Alle dieſe Verſuche ſind zu finden in Optica Newt. L. III.

II. Die hinlängliche Urſache dieſes Abtreibens erſtreckt ſich alſo auf **einige Entfernung**,

III. Und muß in **dem Körper**, in deſſen Nähe der Stral abweichet, **geſucht werden**; weil dieſer nur im Vorübergehen bey ihm abgetrieben wird.

§. 278.

Wenn das Licht in einer ganz feinen Materie beſtehet, die aus den leuchtenden Körpern ausfließt: ſo kann man dieſes Abweichen (§. vorg.) leicht durch die anziehenden und zurücktreibenden Kräfte, die allen Körpern eigen ſind, erklären. Dieſe Kräfte ſind allgemeine Eigenſchaften: ſie wirken ſchon auf einige Entfernung (§§. 11. 17.). Es müſſen alſo ſowohl die Theile des Lichtes, die in die Sphäre der anziehenden, als die in die Sphäre der zurücktreibenden Kräfte des Körpers eintretten, von ihren vorigen Richtungen ſeitwärts getrieben werden.

I. **Das Abweichen des Lichtes muß einen hinlänglicheu Grund in dem entgegenſtehenden Körper haben** (vorg. §. III.). Das Daſeyn der Kräfte haben wir längſt bewieſen (I. Th.), und dieſe ſind hinreichend, die ganze Erſcheinung zu bewirken (gegenw. §.), und keine andere Urſache kann hier Platz haben. Was bleibt uns alſo übrig, als die gegenwärtige Erklärung für richtig anzunehmen?

II. Die Körper haben alſo **Kräfte**, welche ſchon in einer **Entfernung** auf das **Licht** wirken.

III. Es

III. Es muß alſo auch das Licht hinwieder auf die Körper durch Anziehen und Zurücktreiben wirken; denn die Kräfte ſind gegenſeitig (§. 11. III. §. 17. II.).

IV. Diejenigen Lichttheilchen, welche von der Schneide des Meſſers in die Höhe abweichen (§. vorg. I.), werden zurückgeſtoſſen; das Neigen der übrigen aber hat die anziehenden Kräfte zum Grunde; und nur diejenigen gehen gerade fort, welche in einen dem Auge zwar noch unmerklichen, doch ſchon größern Abſtande, als in den ſich die anziehenden Kräfte erſtrecken, hinbeweget werden.

V. Eben dieſe Kräfte ſind die Urſache der dunkeln Mackel (§. vorg. Verſ. II.): denn die Kräfte der zwo Schneiden laſſen faſt kein Lichttheilchen durch den kleinen Abſtand, den ſie haben, frey durchgehen; es müſſen alſo alle ſeitwärts abweichen, und in der Mitte einen minder erleuchteten Theil zurücklaſſen, der immer größer wird, je mehr die Schneiden durch ihre Annäherung auf den Stral wirken können.

VI. Auch die Erklärung von dem gröſſern Schatten des Haares (§. vorg. Verſ. III.) hat keine Beſchwerniß; denn die Lichttheilchen, welche in ihrem geraden Wege den Schatten des Haares begränzen müßten, werden itzt von den zurücktreibenden Kräften des Haares weiter hinausgeſtoſſen, und können den Theil, auf den ſie ſonſt neben dem Schatten hinfallen würden, nicht beleuchten. Durch die anziehenden Kräfte werden zwar einige Lichttheilchen gegen die Mitte hingetrieben, aber dieſe hindern blos die Dichtigkeit nicht aber die Größe, oder gar die

Be-

Bemerkung des Schattens. Dieſe Erklärung iſt um ſo richtiger, weil ſich keine andere Urſache angeben läßt.

* Daß der Schatten von der Atmosphäre des Haares nicht entſtehe, dieß beweiſet die IIIte Erfahrung (§. vorg. n. 2. 3.).

Von dem gebrochenen Lichte (lumine refracto) wenn es durch ungleichartige Mittelkörper gehet.

§. 279.

Wenn ein Lichtſtral aus einem Mittelkörper in den andern fährt, und bey dem Uebergange in dieſen eine neue Richtung erhält, ſo ſagt man, daß er **gebrochen** werde (refringitur). Es ſeyen (Fig. IV. T. III.) zween durchſichtige, doch ungleichartige Körper durch die Linie MCN begränzt, und es bewege ſich ein Lichtſtral nach der Richtung aC, ſo wird der Punkt C der **Einfallspunkt**, die Linie KC der **Perpendikel**, und der Winkel aCK = LCd der **Neigungswinkel** genennet. Erhält der Stral bey ſeinem Uebergange die Richtung Ce, ſo ſagt man, daß er **gegen den Perpendikel gebrochen werde.** Der Winkel eCL heißt alsdenn der **Brechungswinkel**, und ſein Sinus iſt eg. Erhält aber der Stral die Richtung Cb, ſo wird er **vom Perpendikel hinweg gebrochen**, bCL iſt hier der Brechnungswinkel, und bi ſein Sinus.

§. 280.

Verſuche über die Refraktion vom und zum Perpendikel. Man füge 2 undurchſichtige Brettchen (Fig. V.) unter einem rechten Winkel zuſammen, und ſtelle an das ſenkrechte einen wohlgeſchliffenen gläſernen Würfel (cubus) hin, und richte die ganze Maſchine ſo gegen das Licht, daß das ſenkrechte Brettchen über das horizontale den Schatten hinwerfe; ſo wird ſich zeigen, daß der Schatten außer dem Würfel von der Linie ML, in dem Würfel aber von DK begränzet werde. Der durch das Glas gebrochene Stral macht den Winkel HCK. Der Neigungswinkel iſt HCL. 2.) Werden nun dieſe zween Winkel, und die Linien HC, HK, HL genau auf das Papier gebracht, mit HC, als dem Radius ein Zirkel beſchrieben, und die Sinus der beeden Winkel gemeſſen, ſo ſieht man, daß ſich der Sinus des Neigungswinkels zu jenem des Brechungswinkels beynahe wie 31 : 20, oder 3 : 2 verhalte. II. Bedient man ſich ferner ſtatt des Würfels eines würfelförmigen Gefäßes, und füllt es mit zerſchiedenen durchſichtigen Körpern z. B. mit Waſſer, Regenwaſſer, Weingeiſte, zerſchiedenen Oelen 2c. an, ſo wird man finden, daß die Stralenbrechung in einem **dichtern** Körper gemeiniglich **gegen den Perpendikel** geſchehe, und zwar mit der Dichtigkeit deſſelben in einigem Verhältniß ſtehe. III. Es giebt aber doch einige Körper, welche ob ſie ſchon lockerer ſind, als andere, dennoch das Licht mehr brechen, als die dichtern; und dieſe ſind meiſtentheils brennliche z. B. das Wachsoel iſt leichter, als Butyrum Antimonii, und doch bricht ſich der Stral mehr in jenem als in dieſem (*a*). 2.) Das Brechen der Stralen iſt auch bey einigen Körpern zerſchieden, wenn

(*a*) Optica Newt. L. II. P. II. prop. X. Helshham Lectures pag. 292. Hauksbeius Phyſ. Mech. app. §. 10.

wenn ſchon die Dichtigkeit einerley iſt z. B. im Alaune, und gedanenſiſchen Vitriole (*a*). 3.) die Stralen werden auch gar nicht gebrochen, wenn ſie ſchon durch Körper von ungleicher Dichtigkeit gehen, z. B. im Borax, und Olivenöele (*b*). IV. Die Refraktion vom Perpendikel geſchieht meiſtentheils, wenn der Stral aus dichtern in lockere Körper übergeht. 2.) Er weicht **vom Perpendikel** eben ſo viel ab, als er ſich in den vorigen Verſuchen zu demſelben genähert hat. 3.) Doch gelten auch hier die vorigen Ausnahmen (III, 1. 2. 3.).

Folgeſätze. I. Das Stralenbrechen muß mit der Dichtigkeit der Mittelkörper eine Verbindung haben, weil ſie insgemein mit derſelben in einigem Verhältniſſe ſteht (Beob. I. II.).

II. Doch kann die größere Dichtigkeit der ganze **hinreichende** Grund der Refraktion nicht ſeyn; ſonſt müßte ſich dieſe genau wie jene verhalten. Dem widerſpricht aber die Erfahrung (Beob. III.).

III. Schon aus dieſem ſcheint es zufolgen, **daß die anziehenden Kräfte der Mitteldinge** (diverſi medii) **das Stralenbrechen bewirken;** weil auch ſie mit der Dichtigkeit, in einem gewiſſen Verſtande, einiges Verhältniß haben (§. 56.) obgleich kein allgemeines (§. 34. I. II. und die Anmerk.).

§. 281.

So oft der neue Mittelkörper, auf den das Licht hinfährt, größere anziehende

Kräfte

(*a*) Muſchenbroeck Inſtit. Phyſ. §. 1095.

(*b*) Eben dort §. 1096.

Kräfte hat, als jener, aus dem es herkömmt, muß das Licht zu dem Perpendickel gebrochen werden. Man ſehe die VI. Figur. Die Linie AB drücke die Gränzen der zween zerſchiedenen Mittelkörper aus. Sobald ſich der Stral dem mehr anziehenden Körper nähert, ſo muß er in der Entfernung, in die ſich die anziehenden Kräfte von dieſem erſtrecken, ſchon mehr ſenkrecht gegen ihn gezogen werden; denn ſo lange er ſich im vorigen Mittelkörper bewegte, waren die anziehenden Kräfte nach allen Richtungen gleich. Wenn wir alſo die Linie Cc, welche die Richtung und Geſchwindigkeit des Lichtes vor dem Brechen ausdrückt, in cd und ce auflöſen, ſo muß ce verlängert werden, weil nach dieſer Richtung die Kräfte nunmehr einen Zuwachs von AB überkommen, cd aber muß ſich gleich bleiben, weil dahin keine größere Kräfte, als vorher, wirken. Wir wollen nun die neue Kraft nach der Richtung ce durch ce + ef ausdrücken, und das Parallelogramm aus cf und cd ganz machen, ſo wird die Diagonal den neuen Weg, und die Geſchwindigkeit des Lichtſtrales beſtimmen; und zeigen, daß, wenn der neue Mittelkörper das Licht ſtärker zieht, als der vorige, dieſes gegen den Perpendikel hin gebrochen werde.

I. Die Refraktion fängt ſich alſo ſchon in einer, obgleich ganz kleinen Entfernung von dem neuen, und mehr ziehenden Körper an.

II. Sie geſchieht nicht durch die ganze Kraft des neuen Mittelkörpers, ſondern nur durch das Uebermaaß der Kräfte von dieſem über die Kräfte des vorhergehenden.

III. Sie geſchieht nach und nach, durch das in einem theilbaren Raume länger anhaltende Uebermaaß: mithin in einer krummen Linie.

IV. So=

IV. Sobald der Stral ganz in den neuen Mittelkörper verſenkt iſt, **muß er ſich wieder gerade hinbewegen.** Denn hier ſind die Kräfte wieder nach allen Seiten gleich, und iſt keine Urſache des Abweichens mehr ugegen.

V. **Das Brechen** der Lichtſtralen iſt nur dort **möglich,** wo es ein Uebermaaß der anziehenden Kräfte zwiſchen zweyen Mittelkörpern giebt.

VI. Da die Kräfte mit der Dichtigkeit der Körper kein allgemeines Verhältniß beobachten (§. vorg. III. II.), und ein lockerer Körper manchmal größere Kräfte als ein dichterer, auch gleich dichte, ungleiche Kräfte haben (§. 54.): ſo ſieht man wohl, **daß die angezeigten Ausnahmen** (vorg. §. Verſ. III. 1. 2. 3.) **ohne Beſchwerniß zu erklären ſeyn.**

VII. Gehet der Lichtſtral in einen minder ziehenden Mittelkörper über, ſo kann die Richtung, und die Kraft nm nicht vergrößert, ſondern ſie muß wegen dem Uebermaaße des vorigen **vermindert werden** z. B. um pm: und eben darum wird der Stral ſeinen Weg nach der Richtung nk **vom Perpendikel** nm hinweg nehmen.

VIII. Es gilt alſo auch von der **Refraktion der Stralen vom Perpendikel** alles, was wir immer von **jener zum Perpendikel** geſagt haben; wenn man nur den Unterſchied der Richtung, nach der die größern Kräfte wirken, jedesmal bemerkt.

§. 282.

§. 282.

Fernere Verſuche von der Refraktion.

I. Man mag den beſchriebenen gläſernen Würfel (§. 280. Verſ. I. II.), oder ein ähnliches Gefäß auf den Brettchen, unter was immer für einem Winkel, dem Lichte entgegenſtellen: ſo bleibt dennoch bey dem nämlichen Körper allemal das nämliche Verhältniß der Sinußen (eben dort). II. Dieß beobachtet man auf eine ähnliche Weiſe auch bey der Refraktion vom Perpendikel. Um ſich davon zu vergewiſſen (Fig. IV.) zeichne man auf eine durchaus ebne Tafel einen Zirkel hin, ſo groß ihn die Tafel einnehmen kann, durchſchneide ihn mit zween Durchmeſſern MN und KL unter einem rechten Winkel, und ziehe eine dritte Linie aCd unter einem beliebigen Winkel aCk = dCL. Die Linie df iſt alſo der Sinus des Neigungswinkels. Nun meſſe man nach der Proportion dieſes Sinus auch den ſchon bekannten Sinus des Refraktionwinkels eg, und trage ihn auf den nämlichen Radius CL hin. Ferner ſchlage man zuletzt noch in die Punkte e, C, a Stiften ein. Dieſe ſo zubereitete Tafel ſenke man bis zur Linie MN in das Waſſer, oder einen andern flüßigen Körper, in welchem man die Refraktion unterſuchen will, und ſorge, daß die Linie MN genau mit dem Waſſer parallel ſtehe. Zielt man nun mit dem Auge von dem Stifte a auf den in C, ſo wird man auch den Stift bey e in d ſehen.

I. **Das Verhältniß** der Sinußen vom Neigungs- und Refraktionswinkel **bleibt allezeit das nämliche**, obſchon der Neigungswinkel verſchieden iſt; denn die Erfahrung (I. II.) iſt bey jedem Winkel gleich.

II. Es

II. Es kann ſich auch kein anderes Verhältniß ergeben, ſolange eine gleiche Urſache der Refraktion, d. i. das nämliche Uebermaaß der anziehenden Kräfte, und die nämliche Geſchwindigkeit des auffallenden Strales bleibt. Nun aber dieß iſt in den nämlichen zween Mittelkörpern unter allen Winkeln gleich.

* Das iſt die Erklärung, der ich mich ſchon oben bedient habe (§§. 172. — 174.). Die Weiſe der Erklärung iſt vollkommen die nämliche, nur die Urſache der Wirkungen iſt zerſchieden. Die zween Folgeſätze, die wir aus den Verſuchen hergeleitet haben, ſind mit großer Genauigkeit geometriſch bewieſen in Inſtit. Phyſ. des H. van Muſchenbroeck §§. 1099. 1100. 1101.

Von dem Zurückprellen des Lichtes (Reflexio luminis).

§. 283.

Verſuche. I. Man nehme abermal eine ebene Tafel (Fig. IV.), auf der ein mit zween Durchmeſſern ſenkrecht durchſchnittener Zirkel gezeichnet iſt: errichte die zween gleiche Winkel nCN und aCM, und ſchlage in n und a Stiften ein. Verſenkt man nun die Tafel wie zuvor bis auf MN ins Waſſer ꝛc. und zielt von dem Stifte a nach c, ſo wird man nach der nämlichen Richtung aC den Stiften n ſehen. II. Läßt man in ein finſteres Zimmer einen Lichtſtral auf die Fläche eines Waſſers, welches in einem Geſchirre auf dem Boden ſteht, einfallen: ſetzt man dem Strale ferner eine Tafel parallel an die Seite, ſo daß ſie die Fläche des Waſſers genau berühre, und bemerket auf derſelben mit zwoen Linien die Richtung des auffallenden ſowohl, als des zurückgeprellten Strales, ſo wird man finden, daß dieſer und

jener mit der horizontalen Fläche des Waſſers den nämlichen Winkel mache. III. Richtet man endlich dieſen Strale eine ebene Fläche z. B. einen Spiegl ſo entgegen, daß er ſenkrecht auf denſelben auffalle, ſo geht er auch ſenkrecht wieder zurücke.

* Damit man die Richtung des Strales recht genau beſtimme, ſo kann man einen Rauch machen, wodurch man ihn deutlicher ſieht, und 2.) anfangs nur die Gränzen deſſelben bemerken, nachmals aber die Mitte aufſuchen, und die Linien ziehn.

Folgeſätze. I. Das **Licht** wird von dem Körper, auf den es auffällt, **zurückgeprellt,**

II. und zwar ſo, daß der Winkel, unter dem es auffällt, und der Winkel unter dem es zurückfährt, **in der nämlichen Ebene liegen,**

III. Ja, dieſe zween Winkel (der Auffalls- und der Reflexionswinkel) ſind vollkommen **einander gleich.**

§. 284.

Fernere Verſuche von der Reflexion des Lichtes. 1.) Wenn man eine wohlgeſchliffene Glasplatte ab (Fig. VII.) horizontal ſtellet, und ein Objekt, etwa ein Licht, von I auf dieſelbe hinſcheinen läßt, ſo wird man dieſes Licht aus O in C, und auh aus n ſehen können, wenn der Auffallswinkel nicht gar zu klein iſt. So wird auch ein Kerzenlicht ſowohl in dem Zimmer auf den Fenſterſcheiben (wie in einem Spiegel), als außer demſelben wegen der Durchſichtigkeit des Glaſes geſehen. 2.) Eben das erfährt

fährt man mit einem gläſernen Prisma (Fig. VIII.): ſteht der Spitz davon abwärts, und fällt das Licht auf die Fläche AB hin, ſo ſieht man das Objekt I aus O nach der Richtung OC, und aus n nach der Richtung nm. Iſt aber der Spitz aufwärts gerichtet, und fällt das Licht nach der Richtung Ic auf (Fig. IX.): ſo wird es ſowohl von O aus nach der Richtung OC, und zugleich aus n nach nC geſehen, wenn anders der Auffallswinkel noch ſeine gehörige Größe hat; wie ich ſchon (n. 1.) gemeldet habe. 3.) Das Objekt I verſchwindet nach der Richtung OC, oder wird wenigſtens undeutlicher, wenn die Fläche AB von einem andern naßgemachten Prisma, oder von was immer für einem naſſen Körper wohl berühret wird. 4.) Das Objekt erſcheint in allen dieſen Verſuchen auf den zurückprellenden Flächen ganz deutlich.

I. In den Verſuchen (1. und 2.) wird ein Theil des Lichtes von dem Körper **zurückgeprellt**, der andere durchgelaſſen, und **gebrochen**, d. i. die **Reflexion** iſt mit einer **Refraktion** vergeſellſchaftet; wenn der Auffallswinkel nicht gar zu klein iſt.

II. **Das Zurückprellen geſchieht** nicht nur bey der erſten Oberfläche, ſondern auch bey der zweyten, da es in den vorigen Mittelkörper heraustretten ſollte (Verſ. n. 2.):

§. 285.

III. Die Reflexion des Lichtes kann keine Wirkung des Aufſtoſſes auf die feſten Theile der Körper ſeyn; denn wäre dieſes, ſo müßte dort die Reflexion häufiger geſchehen, wo das Licht

auf mehrere feſte Theile träfe. Nun lehrt uns die Erfahrung gerade das Widerſpiel; denn wenn unter dem Prisma Luft iſt, ſo ſieht man das Objekt ganz deutlich (Verſ. n. 2. vorg. §.): es wird aber undeutlicher, oder verſchwindet gar, ſobald die Fläche AB von einem dichtern Körper berühret wird (Verſ. n. 3.); mithin iſt das Zurückprellen der Stralen unläugbar größer, da ſie aus dem Glaſe in die Luft, einen viel lockerern Körper übergehen, als da ſie auf einen weit dichtern, das Waſſer treffen. 2.) Ferner wird das Objekt auf dem Glaſe ganz deutlich abgemahlen (Verſ. n. 4.), auch dieſes iſt unmöglich, wenn die Reflexion durch den Aufſtoß auf die feſten Theile erkläret werden ſoll; denn auch die Körper, die man mit der äußerſten Mühe, und Genauigkeit eben gemacht, und zugeſchliffen hat; haben im Vergleiche mit den ungemein feinen Lichttheilchen (§. 272.) ſehr viele und große Ungleichheiten, und Hervorragungen. Wie könnte alſo das Licht unter einem beſtimmten Winkel auf dieſelben auffallen, deutlich abgemalen, und ordentlich zurückgeprellt werden?

* Daß auch die ſorgfältigſt geebneten Flächen in der That noch ſehr rauch, und ungleich ſind, das läßt ſich aus der Weiſe ſelbe zu ſchleifen ohnſchwer ſchließen.

IV. **Kein Stral wird zurückgeprellt,** ſolange er in dem nämlichen und gleichartigen Mittelkörper fortfährt (Verſ. 1. 2. 3.), ſondern die Reflexion geſchieht allemal an den Gränzen ungleichartiger Mittelkörper.

V. Weil ſich nun durch den Aufſtoß des Lichtes auf die feſten Theile der Körper nichts erklären läßt (III.); in einer Entfernung aber von dieſen nichts, als Kräfte vorkommen, welche bey den Gränzen der Mittelkörper nothwendig ungleich

ſind, und in der Richtung des Lichtes eine wirkliche Aenderung hervorbringen (§. 281. ꝛc.): ſo ſcheint es, **daß auch das Zurückprellen des Lichtes durch die nämlichen Kräfte bewirket werde.**

§. 286.

Ja, durch das Uebermaaß der Kräften bey den Gränzen ungleichartiger Mittelkörper kann man auch die Reflexion des Lichtes hinlänglich erklären. Dieſen Satz vollſtändig zu beweiſen, müſſen wir mehrere Fälle auseinander ſetzen. 1.) Giebt es ein Uebermaaß der Kräften, in dem Körper, auf den das Licht auffällt, z. B. wenn es aus der Luft auf Waſſer oder Glas hinfährt; und iſt die Richtung des Strales **ſenkrecht:** ſo kömmt er nothwendig in die Sphäre der **zurücktreibenden** Kräfte von dem neuen Mittelkörper, in der ſeine vorige Geſchwindigkeit getilget (§. 9. VI. §. 11.), und ihm eine neue nach der entgegengeſetzten Richtung mitgetheilt wird; er muß alſo ſenkrecht wieder zurückfahren. Fällt aber der Stral unter einem ſchiefen Winkel z. B. (Fig. X.) nach Rc auf, ſo werden die zurücktreibenden Kräfte, die eine Kraft Ra ſchwächen, und eine gleiche nach der entgegengeſetzten Richtung cb = Ra hervorbringen, die mit der andern unveränderten Kraft Rb = bd = ce eine zuſammengeſetzte, nach der Richtung und mit der Gewalt = cd beſtimmet. Daß der Winkel Rca dem Winkel dce gleich ſey, habe ich ſchon oben (§. 167. VII.) bewieſen.

2.) Sind aber die anziehenden Kräfte auf das Licht in jenem Körper größer, aus dem der Stral in ein neues Mittel tretten ſoll, ſo werden ſie die perpendikuläre Geſchwindigkeit des Strales in ſeiner Bewegung tilgen, und eine andere gleiche nach der entgegengeſetzten Richtung, d. i. die Reflexion bewirken (Fig. X.).

I. Die Reflexion der Lichtſtralen durch die anziehenden Kräfte ſcheint in der That nur eine auf einen gewiſſen Grad vermehrte Refraktion vom Perpendikel zu ſeyn, und erfolgt, ſo oft die ganze ſenkrechte Gewalt von dem Uebermaaße der Kräften getilget wird. Wird ſelbe nicht getilget, ſo wird der Stral nur gebrochen.

II. Gleichwie die Refraktion nur nach und nach, und eben darum in einer krummen Linie geſchieht (§. 281. III.): ſo muß der Stral auch bey der Reflexion des Lichtes die Linie Rod (Fig. X.) während der Tilgung ſeiner vorigen, und Beſtimmung einer neuen Geſchwindigkeit, durchlaufen.

III. Die Stralen werden in beyden angezeigten Fällen häufiger zurückgeprellt, wenn der Auffallswinkel kleiner iſt; denn alsdenn iſt auch der Sinus dieſes Winkels, d. i. die ſenkrechte Gewalt kleiner, und leichter zu tilgen: folglich ꝛc.

IV. Der Stral kann auch bey ſeinem ſenkrechten Austritte in einen minder ziehenden Mittelkörper zurückgeprellt werden, wenn das Uebermaaß der Kräften in dem erſtern Mittel zureichend iſt, ſeine ganze Geſchwindigkeit zu tilgen.

* Wir haben hier bereits die erſten Grundſätze der Katoptrik, und Dioptrik bewieſen; ihre beſondern Sätze, wie auch die Geſetze und Formeln der Optik werde ich weiter unten, als an ihrem mehr eigenem Orte abhandeln. Zuvor muß ich noch die Zerſchiedenheit des Lichtes unterſuchen.

Von der Zerſchiedenheit des Lichtes.

Von den Farben.

§. 287.

Verſuche. I. Man laſſe einen Lichtſtral ſo, wie er von der Sonne kömmt, durch eine kleine Oeffnung, in ein vollkommen verfinſtertes Zimmer, auf ein wohlgeſchliffenes Prisma einfallen (Fig. XI.), und fange ihn, nachdem er durch das Prisma gebrochen iſt, mit einer hinlänglich entfernten weißen Tafel auf. Hier zeigt ſich ein länglichtes, an beyden Enden rundes Bild von ſieben zerſchiedenen Farben. Die erſte und oberſte iſt **violet**, und hat, wenn man den ganzen Raum des Bildes zu 360 gleichen Theilen macht, einen Raum inne = 80; (Fig. XI.) auf dieſen folgt die **dunkelblaue** im Raume = 40. **hellblaue** = 60. **grüne** = 60. **gelbe** = 48. **oraniengelbe** = 27 und zuletzt die **rothe** = 45. 2.) Die äußerſten zwo Farben ſind mit halben Zirkeln, und die übrigen mit parallelen geraden Linien begränzet. 3.) Obſchon ſich die Hauptarten der Farben gar wohl unterſcheiden laſſen, ſo ſcheinen doch die Gränzen zwoer der-

ſelben allemal vermiſcht zu ſeyn. 4.) Wenn man das Priſma umdrehet: ſo ändert ſich das Bild immerdar, und wenn die Spitze deſſelben aufwärts gerichtet iſt, ſo halten die Farben in dem Bilde die nämliche Ordnung, doch ſo, daß die violeten den unterſten, und die rothe den oberſten Ort behauptet. II. Wird der durch das erſte Priſma gebrochene Lichtſtral wieder mit einem zweyten, dem vorigen parallelen, und umgekehrten Priſma (Fig. XII.) aufgefangen, ſo verſchwinden die Farben, und das Licht bildet nur eine weiße Zirkelfläche. 2.) Fängt man ferner eben die Farben mit einem Linſenglaſe auf, ſo ſieht man in dem Brennpunkte wieder nur weißes Licht, und erſt nach einer größern Entfernung werden die 7 Farben, und zwar in umgekehrter Ordnung beobachtet. III. Wird aber ein ſchon abgeſönderter gleichfärbiger Stral, z. B. der grüne, oder gelbe durch eine Tafel RQ (Fig. XIII.) durchgelaſſen, und mit einem Priſma aufgefangen, ſo erſcheint auf einen entgegenſtehenden Tafel Ss zwar ein Bild von der nämlichen Farbe, aber rund, und faſt ohne alle Verlängerung. IV. Endlich, wenn der Stral DO (Fig. XIV.) auf ein rechtwinklichtes Priſma ACB auffällt, ſo werden die Farben in der gewöhnlichen Ordnung auf der Tafel MM geſehen; da man aber das Priſma um ſeine Achſe drehet, ſo, daß der Winkel DOA immer abnehme, ſo wird ein Theil des Strales nämlich der blaue V auf der Tafel MM verſchwinden, und von der Fläche AB in O reflektirt werden. Fängt man nun dieſen zurückgeworſenen Stral mit einem neuen Priſma EFO auf, deſſen Winkel F etwa 55° hat: ſo zeigt ſich auf der Tafel NN eben der Stral, der von der Tafel MM verſchwand. Dreht man alsdenn das Priſma ABC immer mehr um, ſo verlieren ſich nach und nach alle Farben auf der Tafel MM,

und

und zeigen ſich in der nämlichen Ordnung, in der ſie vergehen, auf der Tafel NN (*a*).

I. Das Licht, ſo wie es von der Sonne kömmt, beſtehet aus Theilen, die von dem Prisma unter zerſchiedenen Winkeln gebrochen werden (Verſ. I.).

II. Solange die Stralen vermiſcht ſind, erregen ſie auf unſerm Auge keine Empfindung einer beſondern Farbe (Verſ. II. 1, 2.).

III. Und nur da, wo ſie mehr oder minder gebrochen, und voneinander abgeſöndert ſind, machen ſie die zerſchiedenen Farben aus (I. II.).

IV. Die Theile von der nämlichen Farbe werden beynahe gleich ſtark gebrochen, und laſſen ſich ferner in keine andere Farben zertheilen (Verſ. III.).

V. Diejenigen Lichtſtralen welche mehr gebrochen werden, werden auch leichter zurückgeprellt (Verſ. IV.).

§. 288.

VI. Die zerſchiedenen Winkel, unter welchen die Stralen auf das Prisma hinſtoſſen, machen zwar, daß ſie weniger, oder häufiger zurückgeprellt werden: ſo oft ſie aber gebrochen werden, bleiben allemal die nämlichen Farben, in der nämlichen Ordnung, ſo daß die violete am ſtärkſten, die rothe am mindeſten gebrochen wird; mithin kann der zerſchiedene Auffallswinkel nichts zur verſchiedenen Stärke oder Schwäche der Refraktion beytragen; überdas ſind die auffallenden Lichttheilchen

(*a*) Dieſe und noch mehrere ſo mühſam als ſinnreich angeſtellte Verſuche ſind zu finden in Opt. Newt. L. I. P. II.

chen wegen der ſehr groſsen Entfernung der Sonne unter ſich parallel, und fallen auf die nämliche Glasfläche nothwendig unter einem gleichen Winkel hin.

VII. Auch das Prisma an und für ſich allein betrachtet iſt der hinlängliche Grund des zerſchiedenen Winkels nicht, unter welchem die Stralen der zerſchiedenen Farben gebrochen werden; denn das Prisma iſt in allen Theilen gleichartig. Die nämliche Urſache aber hat allemal gleiche Wirkungen ꝛc.

VIII. Es bleibt uns alſo nichts übrig, als daſs wir die Zerſchiedenheit des Refraktionswinkels aus einem Grunde herholen, der in den Lichttheilchen ſelber liegt.

IX. Da ſich nun in den Lichttheilchen nichts unterſcheiſcheiden läſst, als ihre **Natur**, d. i. ihre Zuſammenfügung, Dichtigkeit, Gröſse, Figur ꝛc. und die **Geſchwindigkeit** mit der ſie bewegt werden: ſo muſs die Urſache der zerſchiedenen Refraktion in einem von dieſen beyden Stücken aufgeſucht werden.

§. 289.

Die Lichtſtralen müſſen durch das Prisma zerſchieden gebrochen werden, wenn ſie oder von zerſchiedener Natur, oder mit zerſchiedener Geſchwindigkeit beweget werden. Die Urſache des Stralenbrechens iſt das Uebermaaſs der anziehenden Kräften des neuen Mittelkörpers (§. 281.). Dieſes Uebermaaſs wird alſo auf Stralen von zerſchiedener Natur gleichfalls zerſchieden wirken. 2.) Werden aber auch vollkommen gleichartige Lichttheilchen mit ungleicher Geſchwindigkeit bewegt, ſo müſſen ſie jenen Raum, in wel-

chem

chem das Uebermaaß der Kräften wirket, in ungleichen Zeiten durchlaufen, und nach dem Verhältniſſe ihrer Geſchwindigkeit mehr oder weniger angezogen, und gebrochen werden. Es wird alſo in beyden Fällen die Refraktion zerſchieden ſeyn.

§. 290.

In beyden Fällen läßt ſich aber auch die zerſchiedene Empfindung, die die zerſchiedenen Farben in unſerm Auge hervorbringet, ohne Beſchwerniß erklären; denn die Wirkung der Lichttheilchen iſt ebenfalls zerſchieden, wenn ſie ſchneller oder langſamer bewegt werden, und wenn ihre Natur nicht einerley iſt; folglich auch die Empfindung ꝛc.

I. Man kann alſo weder aus der ſchon zuvor bekannten **Natur** des Lichtes, noch aus den **Erfahrungen** die einte von dieſen Urſachen als die Eigentliche angeben; denn die Natur kennen wir nur durch Erfahrungen: das aber, was uns die Erfahrungen lehren, kann auf beyde Weiſe geſchehen, und hinlänglich erkläret werden.

II. Aus dem nämlichen Grunde läßt ſichs auch mit keiner Sicherheit verneinen, **ob nicht beyde Urſachen zugleich die Zerſchiedenheit der Lichtſtralen ausmachen.**

* Daß die zerſchiedene Geſchwindigkeit der Lichttheilchen die Urſache von der Ungleichheit der Refraktion, und den Farben nicht ſeyn könne, bemühen ſich einige aus der ſchon oben beſchriebenen Beobachtung (§. 274. Aſtron. Beob.) zu beweiſen. Sie glauben: der Trabant

des Jupiters müßte bey dem Eintritte in den Schatten zuletzt blau, und bey ſeinem Austritte roth erſcheinen; weil die blauen Stralen, als die langſamſten, von den übrigen abgeſöndert, und allein auf das Auge wirken müßten, da wegen dem Eintritte des Trabanten in den Schatten keine andere nachkommen können. Die rothen Stralen hingegen müßten als die geſchwindeſten vor allen andern bey dem Austritte zu uns kommen. Wenn man aber bedenkt, daß der Trabant nur nach und nach in den Schatten verſenkt werde, und aus demſelben wieder austrette, ſo hört das ganze Beſchwerniß auf; denn die letzten Stralen bey dem Eintritte, und die erſten bey dem Austritte ſind ſehr wenige, und dem Auge noch unmerkſam: ſo lange ſie aber bey dem Eintritte, und ſobald ſie bey dem Austritte aus dem Schatten von einem größern Theile des Trabanten kommen, und merklich werden, ſind ſie ſchon ſtark mit andern Stralen vermiſcht, und können uns weder blau noch roth ſcheinen.

* * Man macht auch wieder dieſe Sätze, ob ſie ſchon unmittelbar aus der Erfahrung hergehollet ſind, noch andere Einwendungen, und zwar Theils wider die Zerſchiedenheit der Refraktion, theils wider die Zahl der Farben.

I. Die Zerſchiedenheit der Refraktion wird aus folgenden Gründen angeſtritten. 1.) Man müßte die ſieben Farben von einer jedwedern Flamme erhalten. 2.) Objekte von zerſchiedenen Farben könnten nicht zugleich deutlich, viel weniger 3.) ein weißes Objekt weiß geſehen werden; denn das Licht von der Flamme, und von dem weißen Körper müßte in ſieben Farben getheilt werden; das

Licht aber z. B. von einem blauen Objekte müßte weit früher, als jenes von einem rothen in dem Auge verſammelt, und eben darum könnten beyde Objekte nicht zugleich geſehen werden. Auf alle dieſe Einwürfe können wir erſt deutlich antworten, ſobald wir den Bau des Auges, und alles, was zum Sehen gehört, genau unterſuchet haben werden. Unterdeſſen merke ich nur ſo viel an, daß man ſogar durch die Kunſt Gläſer erfunden habe, durch welche die Ungleichheit in dem Stralenbrechen gänzlich verhindert wird; wie weit vollkommener muß dieſes durch das vollkommenſte optiſche Werkzeug, ich verſtehe, das menſchliche Aug, zu Stande gebracht werden.

Sollte man aber fragen, warum ſogar durch ein Prisma ein ganz weißes Objekt weiß, und nur an den äußerſten Gränzen violet, oder roth erſcheine? So antworte ich: weil das Licht eines jeden Theiles von der Mitte in ſieben Farben gebrochen, nach dem Brechen aber die Farben aller Theile untereinander vermiſcht werden, und kein einziger Stral einer beſondern Farbe auf unſer Auge kommen kann, ausgenommen von den äußerſten Theilen; derer Licht mit dem Lichte fernerer Theile nicht vermiſchet werden kann.

II. Wider die Zahl der Farben wendet man ein, daß Mariotte, und Rizet eine ſchon abgeſönderte Farbe ferner in andere getheilet haben. 2.) Daß nicht nur ſieben zerſchiedene Grade der Refraktion, ſondern von dem kleinſten bis zum größten unzählbare ſeyn müſſen; denn in der Natur giebt es keinen Sprung. 3.) Die oraniengelbe Farbe ſey nur aus der rothen und gelben zuſam-

men-

mengeſetzt. Und endlich 4.) von dem Lichte einer brinnenden Kerze können nur die rothe, grüne, und violete Farbe unterſchieden werden. Ich antworte: 1.) das Zeugniß des Mariotte, und Rizet beweißt nichts, wenn wir es mit dem Anſehen ſo vieler Gelehrten vergleichen, die alle bisher angezeigte Newtonianiſche Verſuche in Deutſchland, Frankreich, Welſchland, und Engelland allemal mit dem nämlichen Erfolge nachgemacht haben. 2.) Ich bekenne es ſelber, daß unzählbar viele Grade der Refraktion ſeyen; aber nur ſieben machen einen merklich zerſchiedenen Eindruck. Ich gebe es 3.) auch wohl zu, daß aus einer Vermiſchung der rothen und gelben Farbe eine oraniengelbe erhalten werde; daß aber darum auch die durch ein Prisma erhaltene oraniengelbe Farbe eine ſolche Miſchung ſey, dieß läugne ich allerdings; denn, wenn man dieſe beſonders durch ein Prisma durchläßt, ſo wird ihr Bild weder merklich verlängert, weder eine andere Farbe unterſchieden, folglich werden alle ihre Theile gleichgebrochen. 4.) Gleichwie das Prisma in dem Lichte einer Kerze nur drey Farben entdeckt, alſo liefert es uns unumſtößliche Proben, daß in dem Sonnelichte ſieben zerſchiedene Farben enthalten ſeyen, welche gegeneinander jedesmal gleiches Verhältniß haben. Uebrigens iſt es eine ausgemachte Sache, daß das Licht nach der Zerſchiedenheit der leuchtenden Körper gleichfalls zerſchieden ſey. H. Melville erhielt von einem angezündeten Geiſte Flammen von unterſchiedlichen Farben, da er denſelben mit unterſchiedenen Salzen vermengte.

Von einer gewiſſen Zerſchiedenheit der Lichttheilchen, auch in der nämlichen Farbe.

§. 291.

Verſuche. 1.) Man nehme zwey konvexe Gläſer, derer Brennpunkt ſich auf eine große Entfernung erſtreckt; (Newton bediente ſich bey dieſen Verſuchen eines Glaſes, deſſen Brennpunkt ſich erſt in einem Raume von 80' verſammelte). Man lege dieſelben ſo aufeinander, daß ſie ſich im Mittelpunkte berühren, und die Tangenten der Mittelpunkte parallel ſeyen, und laſſe einen ſchon abgeſönderten gleichfärbigen Stral darauf hinfallen. Betrachtet man nun dieſe Gläſer von der Seite her, wo das Licht auffällt, ſo ſieht man in der Mitte eine runde dunkle Mackel: um dieſe herum aber einen Ring von der Farbe des auffallenden Strales. Nach dieſem gefärbten folgt ein dunkler, nach dieſen wieder ein gefärbter, und ſo wechſelweiſe, itzt ein dunkler, itzt ein gefärbter Ring. Betrachtet man aber dieſe Gläſer von der andern Seite: ſieht man in der Mitte ſtatt der Mackel die Farbe, und um ſie herum wechſelweiſe dunkle und gefärbte Ringe, ſo, daß man dort, wo man vorher gefärbte Ringe ſah, itzt dunkle, und wo man dunkle ſah, itzt gefärbte beobachtet. 2.) Alles dieſes nimmt man auch wahr, wenn man ſich ſtatt der einen Linſe, eines flachen Glaſes bedienet. 3.) Wenn man den Zwiſchenraum dieſer beyden Gläſer mit Waſſer ausfüllet, oder die Luft in demſelben ſehr verdünnert: ſo wird man zwar in beeden Fällen die Abwechslung der gefärbten, und dunklen Ringe beobachten, jedoch werden uns dieſe im

zweyten Falle viel lebhafter, und im erſten viel ſchwächer, und mit kleinern Durchmeſſern vorkommen.

Folgeſätze. I. Die Abwechslung der gefärbten und dunklen Ringe beweiſet überzeugend, daß **in zerſchiedenen Entfernungen von dem Mittelpunkte** der beſagten Gläſer, **auch Theile von einerley Farbe,** die gleich ſtarke Refraktion leiden (§. 287. IV.) **theils durchgelaſſen, theils zurückgeworfen werden;** denn wo von einer Seite her die Farbe, da wird von der andern der dunkle Ring beobachtet; und umgekehrt ꝛc.

II. Die wahre Urſache dieſer Zerſchiedenheit kann nicht **auf der erſten Fläche des Glaſes** geſuchet werden; denn es könnte ſonſt keine Aenderung in der Farbe folgen, wenn man den Zwiſchenraum der beyden Gläſer mit Waſſer ausfüllt, oder von der Luft leeret (Verſ. n. 3.).

III. **Auch nicht in den zwo innern konvexen Wänden** der Gläſer; denn auch wenn man ſich ſtatt des einen konvexen Glaſes eines flachen bedienet, ſo folgt die nämliche Erſcheinung (n. 2.).

IV. Noch weniger erklärt man die Sache dadurch, daß auch die Lichttheilchen von der nämlichen Farbe in der **Natur und Geſchwindigkeit unter ſich noch zerſchieden ſeyn;** denn dieſe Zerſchiedenheit müßte ſich ſchon in den Verſuchen mit dem Prisma, und auf der erſten Fläche der konvexen Gläſer zeigen (§. 287.), und ſchon von dieſer müßten alle diejenigen Theilchen zurückgeworfen werden,

derer

derer Natur oder Geſchwindigkeit anders beſchaffen wäre, als jener, welche durchgehen. Nun aber lehret die Erfahrung gerade das Gegentheil (II.): folglich ꝛc.

V. Es läßt ſich alſo keine Zerſchiedenheit entdecken, als nur in **der Tiefe des Zwiſchenraumes** der mit der Entfernung von dem Mittelpunkte der Gläſer in genauem Verhältniſſe ſteht.

VI. Da nun die Kräfte der Gläſer wegen dem größern oder kleinern Abſtande keine Aenderung leiden: ſo ſcheint es, daß ſich nach Zerſchiedenheit der Tiefe des Raumes **der einfallende Stral ſelbſt** abändern müſſe.

VII. Und in der That, wenn man eine Abänderung des Strales annehmen darf, die der Größe des Zwiſchenraumes proportionirt iſt: ſo verſchwindet das meiſte Beſchwerniß, welches die Erklärung dieſer Phönomenen leidet; denn, wenn ſich der Stral von Zeit zu Zeit abänderte, müßte er nach Zerſchiedenheit ſeines kürzern, oder längern Weges itzt in dieſem itzt in einem andern Zuſtande in die Kräftenſphäre des neuen Mittelkörpers kommen, und ſodenn bald durch das zweyte Glas durchgelaſſen, bald von ihm zurückgeworfen werden.

* Aber, wie ſollen ſo ordentliche Aenderungen der kleinſten Lichttheilchen in ſo kurzer Zeit vorgehen können? H. Roger Boſcovich ſucht die Möglichkeit davon durch zween Wege zu zeigen. 1.) Der **erſte** ſetzet zum Voraus a) daß die einzelnen Lichttheilchen nach zerſchiedenen Richtungen auch eine zerſchiedene Natur, oder Zuſammenfügung haben, und b) immer auf dem ganzen Wege um ihre Achſe gedrehet werden. Wenn nun das Lichttheilchen mit einer Seite auf den neuen Mittelkörper ſtößt, von

der

der es mehr angezogen wird: ſo muß es durchgehen, und im Gegentheile zurückgeprellt werden, wenn es in eine Lage kömmt, wo die zurücktreibenden Kräfte des Mittelkörpers ſtärker darauf wirken können. 2.) Der **zweyte** Weg wäre, wenn die Lichttheilchen ſchwingungsförmig bewegt würden, und ſich wechſelweiſe itzt nach dieſem, itzt nach einem andern Durchmeſſer (der den vorigen ſenkrecht durchſchneidet) ausdehnten, und zuſammzögen, und alſo nach zerſchiedener Tiefe des Zwiſchenraumes itzt zum Durchgehen, itzt zum Zurückprellen geſchickter würden.

VIII. Wenn man es gleich nicht durch Erfahrungen beſtimmen kann, ob der erſte, oder der zweyte von dieſen beyden Wegen, oder etwa gar ein dritter noch unbekannter in der Natur **wirklich** ſey; ſo bleibt es doch wenigſtens gewiß, daß beyde Wege **möglich** ſind.

IX. Und deßwegen läßt es ſich an einer **ordentlichen Abänderung der Lichttheilchen** (VI.) nimmer zweifeln.

X. Man ſieht alſo wohl die Urſache ein, warum faſt mit einer jeden **Refraktion** die **Reflexion** einiger Stralen, vergeſellſchaftet ſey (hier I. §. 284. I.).

§. 292.

Verſuche. Wenn auf die zwey Linſengläſer (§. vorgeh. Verſ. 1.) ein unabgeſönderter Lichtſtral, ſo, wie er von der Sonne kömmt, auffällt: ſo erſcheinen die wechſelnden Ringe auch da, wie in den vorhergehenden Verſuchen, jedoch mit dem Unterſchiede, daß ſie vielfärbig ſind, und eben jene

Far-

Farben zurückwerfen, die man durch das Prisma abſondert (§. 287. n. 1.).

I. So, wie die Tiefe des Zwiſchenraumes der beyden Gläſer größer oder kleiner iſt, werden auch die Stralen von dieſer oder jener Farbe merklicher zurückgeprellt, oder durchgelaſſen.

II. Für jede Farbe iſt alſo eine gewiße Tiefe beſtimmt.

III. Und die Bewegung der Theilen, die entweder ſchwingungsförmig iſt, oder um ihre Achſe geht (vorg. §. VII. Anm.), muß in den ungleichfärbigen Theilchen, in ungleichen Zeiten vollbracht werden.

* Bisher haben wir alſo die allgemeinen Eigenſchaften des Lichtes erkläret, welche uns nun ferner leiten müſſen, um die Natur des Lichtes näher zu beſtimmen, und die Anwendung auf die Dichtigkeit, auf die nativen Farben der Körper, und endlich auf die Farben in der obern Atmosphäre zu machen.

III. Nähere Beſtimmung der Natur des Lichtes, und Anwendung der feſtgeſetzten Gründe.

Von der Natur des Lichtes.

§. 293.

In den brinnenden Körpern werden die eigenthümlichen Theilchen derſelben ſehr

ſehr heftig bewegt, und 2.) die Feuertheil⸗chen müſſen nicht nur hin und her, ſon⸗dern ſie können auch 3.) mit einer überaus großen Geſchwindigkeit aus der Sphäre des brinnenden Körpers hinausgeworfen werden. 1.) Schon in dem warmen und heißen Körper ſind die Theile in einer ſehr heftigen zitternden Bewegung: dieſe iſt in den brinnenden Körpern noch weit ſtärker, wie ich ſchon bewieſen habe (§. 269. I. II. III.), und wie man es allemal z. B. an dem Dachte einer brinnenden Kerze, oder ei⸗nem andern brinnenden Körper z. B. im Peche beobachten kann. 2.) Die Bewegung der heftig zitternden Körpertheilchen muß den Lichttheilchen nothwendig mitgetheilt, und dieſe werden um ſo häufiger und ſtärker untereinander geworfen werden, je größer ihre Feinheit, und mächtiger der Auſſtoß der Körpertheilchen auf dieſelben iſt. 3.) Wird aber einem ſolchen Lichttheilchen eine ſehr große Geſchwindigkeit nach einer Richtung eingedrückt nach der es keinen Widerſtand in dem brinnenden Körper findet, ſo muß es nothwendig von dem Körper abgeſondert, und mit der erhaltenen Geſchwindigkeit ausgeworfen werden. Der Grund dieſer Geſchwindigkeit liegt in den **Kräften**, die in den ganz kleinen Abſtänden der Theile im verkehrten Verhältniſſe beynahe ins Unendliche wachſen (§. 11.); denn wenn ein Lichttheilchen durch öfteres hin und her Stoſſen mit einem andern größern ebenfalls ſehr ſchnell bewegten Theile in einen ſehr kleinen Abſtand kömmt, und wenn ſich dieſer größe⸗re Theil (der neben der vorigen Bewegung auch noch eine andere zitternde hat (§. 247.), und eben itzt zuſammengedrückt iſt) auf einmal mit heftiger Gewalt ausdehnet: ſo muß die

bis

bis ins Unendliche wachſende zurücktreibende Kraft ein ſo feines Theilchen in eine Geſchwindigkeit verſetzen, welche alle Einbildung weit überſteiget.

* Dergleichen auswerfende Kräfte können wir obgleich in einem unvergleichlich kleinern Grade, auch ſchon in einem warmen Körper beobachten. Stellen wir z. B. eine Schaale mit warmen Waſſer, Thee, Koffee zwiſchen der Sonne und unſerm Auge, ſo werden wir wahrnehmen, daß viele kleine Kügelchen mit ſo ziemlich großer Geſchwindigkeit in die Höhe geworfen werden, die aber Theils wegen ihrer eigenen Schwere, theils wegen dem Wiederſtande der Luft gleich wieder zurücke fallen. Woher dieſes Auswerfen, als von der hier erklärten Urſache? — Iſt aber dieſe in einem weit káltern Körper gegen unvergleichlich größere Theile, denen noch überdas die Luft widerſteht, nicht nur möglich, ſondern auch wirklich, warum wollen wir ihre Gegenwart bey dem Auswerfen der Lichttheilchen in Zweifel ziehen?

** Durch was werden aber die Lichttheilchen, ungeachtet der zurücktreibenden Kraft, in einen ſo kleinen Abſtand von den Körpertheilchen gebracht? — Durch eine andere entgegengeſetzte Kraſt? — woher dieſe? — Ins Unendliche müßte man hier kommen, wenn man die Möglichkeit beſtimmen wollte? Ich antworte: Die Theile werden hin und her geworfen, und können in dieſen kleinen Abſtand auch ſchief von der Seite her, nach einer andern Richtung eintretten, als die zurücktreibende Kraſt wirket; denn in den größern Theilen können nach dieſer Richtung ganz andere Kräften wirken, als nach einer andern (§. 48. VI.).

§. 294.

Die ſchon wirklich ausgeworfenen Lichttheilchen müſſen nicht nur in einem vollkommnen leeren Raume, ſondern auch in jedem gleichartigen Mittelkörper beynahe mit gleichförmiger Geſchwindigkeit fortbewegt werden. Das erſte folgt aus der Natur der bewegenden Kraft (§. 27.). 2.) Weil aber ferner auch in dem dichteſten Körper mehr Zwiſchenraum als Materie iſt (§. 8.), ſo kann ein unbeſchreiblich feiner Lichttheil (§. 272.) überall in gerader Linie leeren Raum antreffen. Die Kräfte des durchaus gleichartigen Mittelkörpers wirken nach allen Richtungen gleich; mithin können auch dieſe in der Bewegung des Străles' keine Aenderung hervorbringen (§. 281. IV.). Das Anziehen des Körpers, aus dem die Lichttheilchen ausgeworfen werden, ſcheint doch die Geſchwindigkeit von dieſem aufzuhalten? — Ja! allein dieß hat nur in jenen kleinen Abſtänden Platz, in denen auch die anziehende Kraft mit der Entfernung wächſt: weil nun dieſe unvergleichlich kleiner iſt; als die zurücktreibende, mit der das Lichttheilchen ausgeworfen wurde, ſo kann noch immer jene Geſchwindigkeit übrig bleiben, die wir in dem Lichte beobachten; denn wenn dieſes aus dem kleinen Abſtande, in welchem die ſonderheitliche anziehende Kraft wirket, hinausgefahren iſt, wird die Geſchwindigkeit von keiner Wirkung mehr aufgehalten, als von der allgemeinen Anziehungskraft, die wir die Schwere genennet haben, und die auf ein ſo kleines Lichttheilchen ſehr ſchwach iſt, eben darum keine merkliche Aenderung in ſeiner überans großen Geſchwindigkeit machen kann.

* Daß die Kräfte der Schwere weit ſchwächer, als jene in den kleinſten Abſtänden der Elemente ſeyen, läßt

ſich leicht faſſen, wenn man bedenkt, wie ſchwer es ſey, auch den kleinſten Theil von einem Körper abzuſöndern, und wie leicht im Gegentheile einen abgeſönderten wider die Richtung der Schwere zu bewegen.

§. 295.

Das Licht iſt nichts anders, als die von den leuchtenden Körpern ausgeworfenen Feuertheilchen. Das Licht muß **entweder** eine ſchon zuvor überall gegenwärtige elaſtiſche Materie ſeyn, die nur von dem leuchtenden Körper in eine zitternde Bewegung verſetzet wird, **oder** es beſtehet in den ausgeworfenen Feuertheilchen (§. 271. II.). Das **erſte** iſt der Erfahrung zuwider, und kann in der Natur nicht ſtatt haben (§. 276. I. 273. II.). Das **zweyte** aber iſt nicht nur möglich, ſondern es laſſen ſich auch alle Haupteigenſchaften des Lichtes dadurch erklären (§§. 277. — 294.), und es wird ſich in der fernern Anwendung auf die Durchſichtigkeit und Farbe der Köper ꝛc. kein neues Beſchwerniß zeigen. Folglich haben wir Grund den gegenwärtigen Satz von der Natur des Lichtes zu behaupten.

I. Es werden alſo die Lichttheilchen nicht nur von der **Sonne**, ſondern auch von einem jeden **leuchtenden Körper** ausgeworfen.

II. Und umgekehrt müſſen auch alle diejenigen Körper leuchten, aus welchen die Feuertheilchen wegen der heftigen Bewegung, die in ihnen vorgeht, hinlänglich ausgeworfen werden: ſo leuchten auch **Inſekten** zu gewiſſen Zeiten, und **faules Holz ꝛc. im Dunkeln.**

§. 296.

Die brennlichen Materien, und Körper auf unſerer Erde müſſen durch die Flamme nicht nur abnehmen, ſondern auch vollkommen verzehrt werden. 2.) Hingegen die Sonne kann keinen Verluſt leiden, der uns merklich würde. Das erſte lehrt uns die Erfahrung, und folgt auch nothwendig, wenn der Rauch, welcher jede Flamme begleitet, nichts anders iſt, als die wegen der Bewegung abgehenden Körpertheilchen; denn ob dieſe gleich wieder aus der Luft auf die Erde zurückfallen, ſo können ſie doch nimmer in dem Körper vereiniget werden, aus dem ſie aufgeſtiegen ſind. 2.) In der Sonne müſſen zwar zerſchiedene Theile, wie von den brinnenden Erdekörpern aufſteigen; allein es entgeht ihr deßwegen nicht das geringſte, weil alle Theile wieder in ſie zurückfallen, ſo wie die Dünſte unſrer Erde periodiſch in die Luft aufſteigen, und wieder im Regen ꝛc. herabkommen; nur die Lichttheile kommen nicht zurücke. Dieſe aber für ſich alleine betrachtet, können weder die Maſſe der Sonne, weder unſrer brinnenden Erdekörper merklich vermindern; denn ſie ſind ſo fein, und ſo ſelten (§§. 272. 275. IV.), daß, wie es Boscovich berechnet hat (*a*), eine einzige Sphäre Waſſer im Durchmeſſer = 1 mehr Materie in ſich enthält, als alles Licht, welches in mehrern Millionen Jahren von der Sonne ausgeworfen wird.

* Wohin kömmt aber das Licht, welches beſtändig von der Sonne, den übrigen Geſtirnen, und von den brin=

(*a*) In Diario Romano litt. und Diſſ. de Lum. n. 72 — 74.

brinnenden Erdekörpern ausgeworfen wird? — Wenn es ſeine Geſchwindigkeit verloren hat, ſo hört es auf Licht zu ſeyn, und kömmt unter dem Name Feuertheilchen vor. Denn die Feuertheilchen machen nur alsdenn das Licht aus, wenn ſie mit größerer Geſchwindigkeit in gerader Linie von den Körpern ausgeworfen und fortbewegt werden. Ein Theil des Lichtes, wird ohne Zweifel nach zerſchiedenen Richtungen wieder zurückgeworfen: ſo, wie das Licht der Sonne von dem Monde und den übrigen Planeten auf unſere Erde, und von dieſer auf den Mond ꝛc. hinfällt ꝛc.

Von der Durchſichtigkeit und Undurchſichtigkeit der Körper.

(Diaphaneitate, Opacitate).

§. 297.

Man nennt den Körper **durchſichtig**, wenn von ihm das Licht frey durchgelaſſen wird, und **undurchſichtig**, wenn er demſelben keinen Durchgang geſtattet. **Durchſichtige** Körper ſind z. B. Kryſtalle, Glas, Luft, Waſſer. **Undurchſichtige** Steine, Holz ꝛc.

I. Die **Durchſichtigkeit** hat ihre Grade, je nachdem das Licht ungehinderter, und häufiger durchgehen kann.

II. Weil mit jedem (wenigſtens dem ſchiefen) Durchgange des Lichtes allemal eine Reflexion auch bey den Körpern, welche wir die Durchſichtigſten nennen, vergeſellſchaftet iſt: ſo folgt, daß es in der Natur **keine abſolute Durchſichtigkeit** gebe.

§. 298.

§. 298.

Die Körper ſind nicht deßwegen allein durchſichtig, weil ſie nach allen Richtungen geradlinichte Zwiſchenräume haben. Denn wäre dieſes, ſo müßte das Licht, weit freyer durch einen lockerern Körper, als durch einen dichtern dringen; und bey ſeinem Auffalle mehr von dieſem als von jenem zurückgeprellt werden: und dennoch lehrt uns die Erfahrung oft gerade das Gegentheil (§.284. n.3.). Ferner läßt ſich in dieſer Hypotheſe gar keine Urſache angeben, warum ein ſchief unter einem kleinern Winkel auffallender Stral mehr, als ein ſenkrechter ꝛc. reflektirt werde; denn die Pori müßten nach allen Richtungen gleich viele ſeyn.

§. 299.

Wenn man aber annimmt, daß neben den nach allen Richtungen offenſtehenden Zwiſchenräumen auch die Kräfte des Körpers, mit denen er auf das Licht wirket, nach allen Richtungen gleich ſind, ſo läßt ſich die Durchſichtigkeit ohne Beſchwerniß erklären. Denn in dieſem Falle muß der Stral, ſolange er in dieſem Körper bewegt wird, in der nämlichen Richtung hingehen; weil er nur alsdenn von ſeiner Richtung abweicht, da ſich ein Uebermaaß der Kräfte äußert (§. 281.); äußert ſich dieſes nicht, kann weder eine Reflexion, noch eine Refraktion, oder anderes Abweichen des Lichtes vorgehen, und der Stral muß ungehindert durch den Körper dringen.

I. Die **Gleichheit** der Kräfte auf das Licht nach allen Richtungen macht alſo die Durchſichtigkeit des Körpers aus.

II. Sind aber die Kräfte nach zerſchiedenen Richtungen ungleich: ſo wird das Licht gebrochen, oder zurückgeprellt; mithin kann es nicht ungehindert durchgehen, und macht den Körper **undurchſichtig.**

III. Ein kleinerer Theil, z. B. ein **ſehr dünn** geſchlagenes Metallplättchen kann durchſichtig ſeyn, ohne daß es ein **dichteres** iſt; denn obſchon in dem dünnern Plättchen einige Stralen durchgehen, weil hier die Kräfte gleich ſind, ſo folgt doch nicht, daß dieſes auch in einem größern Theile geſchehen müſſe, weil die Menge der aufeinanderfolgenden Theile eine Ungleichheit der Kräfte einführen kann.

IV. Verliert das Licht durch öfteres Brechen und Zurückprellen in dem Körper ſeine Geſchwindigkeit, ſo muß es in dieſem als Feuertheilchen zurückbleiben (§. 296. Anm.).

V. Dieß iſt auch die Urſache, warum ein durchſichtiger **Körper** durch die Lichtſtralen nicht ſo leicht und geſchwind erwärmet werde, als ein undurchſichtiger.

* Aus dieſen Gründen laſſen ſich nachſtehende Verſuche, und Beobachtungen ohne Mühe erklären. 1.) Warum ſowohl das Waſſer, als der Terpentingeiſt durchſichtig bleiben, wenn dieſer ſanſt auf jenes hingegoſſen wird; ſobald ſie aber beyde miteinander vermiſcht werden, die Durchſichtigkeit verloren gehe. 2.) Warum eine Auflöſung der Galläpfel; und des Eiſenvitrioles einzeln, nicht aber vermiſcht durchſichtig ſeyen. Warum eben dieſe Miſchung durchſichtig werde, wenn Scheidewaſſer zugegoſſen wird. 3.) Warum das Wachs, Unſchlitt, Oele ꝛc. nur in dem flüßigen Zuſtande, und 4.) Papier nur mit

Oele getränkt die Lichtſtralen durchlaſſen. Warum 5.) ein zerſtoſſenes, 6.) ein mit Dünſten überzogenes Glas, oder 7.) in einen Schaum getriebenes Waſſer, Bier, Wein ꝛc. der Durchſichtigkeit beraubet werde.

Von den Farben der Körper.

Wir beobachten Körper, welche eine beſtändige, und ihnen, ſo zu reden, eigenthümliche Farbe behaupten; andere hingegen erſcheinen nur in gewiſſen Umſtänden, oder nur unter einem gewiſſen Winkel mit dieſer oder jener Farbe. Wir wollen hier zuerſt die eigenthümlichen, und alsdann auch die veränderlichen Farben unterſuchen.

§. 300.

Verſuche. Ich laſſe nocheinmal das Licht, ſo, wie es von der Sonne kömmt, auf eine weiße Tafel auffallen, und beobachte, daß die Tafel weiß erſcheine. Fällt es aber durch ein Prisma abgeſöndert auf eben dieſe Tafel auf, ſo zeigen ſich alle Farben in völliger Lebhaftigkeit. Laſſe ich 2.) dieſe abgeſönderten Farben auf einen ſchon gefärbten Körper auffallen, werden auf dieſem zwar alle Farben erſcheinen; jedoch ganz ſchwach, ausgenommen diejenige, welche dem gefärbten Körper eigenthümlich iſt. 3.) Fällt auch auf einen gefärbten Körper das durch ein Brennglas verſammelte Licht auf, ſo ſcheint er ſeine Farbe zu verlieren, und weiß zu werden. 4.) Der gefärbte Körper wird auch weiß, wenn von dem Lichtſtrale ſeine Farbe abgeſöndert, und aufgefangen wird, und die andern nur vermiſcht auf ihn auffallen. So erſcheint das Gold nicht anders, als Silber, wen der gelbe und die

an dieſe nächſt angränzende Stralen von demſelben abgehalten werden. 5.) Werden die ſchon abgeſönderten Stralen in verſchiedener Proportion und Zuſammenſetzung durch das Brennglas wieder verſammelt, ſo entſtehen zwar zerſchiedene Farben 6.) doch niemal eine ſchwarze.

I. **Ein weißer Körper** wirſt alle Farben mit **gleicher Lebhaftigkeit** zurücke (Verſ. n. 1.).

II. Da nun das Licht keine eigene Farbe hat, ſolange es vermiſchet iſt (§. 287. Folg. II.): ſo iſt derjenige Körper weiß, **der die Stralen vermiſcht zurückwirft.**

III. Da die Lichtſtralen in keiner Proportion oder Miſchung eine ſchwarze Farbe ausmachen (Verſ. n. 6.), ſo kann die ſchwarze Farbe nichts als ein Abgang des Lichtes ſeyn, und diejenigen Körper ſind **ſchwarz**, von welchen keine Stralen, oder doch nur ſehr wenige zurückgeworfen werden.

IV. Solange wir aber den Körper ſehen, und ſeine Theile unterſcheiden, kömmt von ihm noch immer Licht zu unſerm Auge, und wir nennen ihn nur darum ſchwarz, weil er ſehr wenige Lichttheile zurückwirſt.

V. Eben dieſes gilt auch von weit entlegenen Körpern, die uns insgemein dunkel und ſchwärzlicht vorkommen; denn das Licht nimmt im Quadratverhältniſſe der Entfernung ab (§. 273. III.).

VI. Weil der ſchwarze Körper die wenigſten Stralen zurückwirſt, ſondern alle an ſich ziehet, und ihre Geſchwindigkeit hemmt: ſo ſieht man die Urſache ein, warum die ſchwarzen Körper am leichteſten, und ſtärkſten von dem Lichte erwärmet werden (§. 299. V.).

VII.

VII. Obſchon ein gefärbter Körper Stralen von jeder Farbe zurückwirſt, ſo werden doch jene von ſeiner Farbe häuſiger zurückgeprellt (Verſ. n. 2.). Er hat alſo dieſe und keine andere Farbe, weil er die Stralen von dieſer vorzüglich nnd in größerer Menge reflektirt.

VIII. Werden von mehrern Farben zugleich vorzüglich viele Stralen zurückgeworſen, ſo muß eine dritte, und **zuſammengeſetzte Farbe** entſtehen (Verſ. n. 5.).

IX. Weil die Möglichkeit der Proportion und Vermiſchung der Farben beynahe bis ins Unendliche geht, ſo iſt auch die Zerſchiedenheit der **eigenthümlichen** Farben ungemein groß.

§. 301.

Die letzte Urſache, und der hinlängliche Grund, warum von den Körpern nur gewiße Farben häuſiger zurückgeworfen werden, liegt in den ſehr kleinen Theilchen, und Oberflächen der Körper, welche für ſich betrachtet noch durchſichtig ſind, jedoch verſchiedene Tiefen haben. Denn es iſt einerſeits gewiß, daß die durchſichtigen Körper nach Zerſchiedenheit ihrer Tiefe verſchiedene Farben zurückwerſen, oder durchlaſſen (§. 292, andererſeits aber ſind die ſehr kleinen Theilchen, und Oberflächen der Körper noch durchſichtig, und haben verſchiedene **Tiefen** (§. 299. III.); denn der Körper beſteht aus nichts anders, als aus mehrern dergleichen ſo aufeinander liegenden Theilen, und kann in dieſelben allemal zerleget werden. Mithin wird auch eben dieſe verſchiedene

Tiefe

Tieſe der ganz kleinen durchſichtigen Theile mit allem Rechte als die wahre Urſache der eigenthümlichen Farben der Körper angegeben.

* Wenn man die bisherigen Sätze, und das, was wir ſchon oben (I. Th. §.49. §.III.) von den vielen möglichen Arten des Zuſammenhanges geſagt haben, zuſammen nimmt: ſo laſſen ſich alle mit dieſer Materie verbundenen Erſcheinungen ganz leicht erklären. Z. B. Wie ſich die Blumen und Baumfrüchte nach und nach durch die Zeitigung färben. 2.) Wie man den Tüchern, und Leinzeugen verſchiedene Farben geben kann. 3.) Warum einige Körper, die der Witterung ausgeſetzt ſind, ihre Farben verlieren. 4.) Warum die Wärme Aenderungen in der Farbe verurſache, z. B. warum das Sieden die Krebsſchaale roth färbe. 5.) Warum der nämliche Körper, wenn er naß, oder mit Oele getränket iſt, anders gefärbt ſcheine, als da er trocken iſt. 6.) Warum das Waſſer, in welchem Nierenholz (lignum nephriticum) liegt, durch die durchgelaſſenen Strolen roth, durch die zurückgeworfenen aber blau erſcheine: warum auch dieſe Farben verſchwinden, wenn man das Licht durch ein Prisma auf dieſes Waſſer fallen läßt, und die blauen und rothen Stralen davon abhält. 7.) Warum ein rectificirter Weingeiſt den Roſenblättern ihre Farbe raube, und doch ſelbſt nicht gefärbet werde, außer wenn man einige Tropfen Salpetergeiſt dazugießet. 8.) Warum der Violenſaft von dem ſaurem Salze roth, und von dem alkaliſchen grün werde. 9.) Warum das ſaure Salz die rothe Farbe erhöhe, das alkaliſche im Gegentheile dieſelbe verdunkle ꝛc. Noch viele andere dergleichen Beobachtungen findet man in Muſchenbroecks Tent. Experim. in Acad. del cimento. Experimenta circa aliquot mutationes colorum in diverſis fluidis. P. II. pag. 93.

auſ-

aufgezeichnet, welche alle aus den gegebenen Gründen zu erklären ſind.

** Es fordern hier auch eine Anmerkung die Farben derjenigen Körper, welche unter verſchiedenen Winkeln mit andern Farben erſcheinen; z. B. die ſchielenden Zeuge, der Hals einiger Tauben ꝛc. Wenn dieſe Körper nach verſchiedenen Richtungen gleichfalls verſchiedene Zuſammenfügung, d. i. verſchiedene Tiefen in den kleinſten noch durchſichtigen Theilchen und Oberflächen haben: ſo müſſen nach dieſen Richtungen auch die Farben, ſo wie wir ſie beobachten, nothwendig verſchieden ſeyn. Daß ſich aber dieſes in der That alſo verhalte, das wiſſen wir aus der Erfahrung, und ſelbſt aus der Weiſe, mit welcher dieſe Zeuge ꝛc. gewebt werden.

*** Neben dieſen giebt es auch noch eine andere Gattung der Farben, welche ihren hinlänglichen Grund in einem zufälligen Zuſtande des Auges haben, und die man deßwegen die zufälligen nennet. Die Urſache von dieſem Zuſtande kann ſich entweder in dem Auge ſelbſt, oder außer demſelben befinden. In dem Auge ſelbſt können die Nerven durch allerhand Krankheiten mehr empfindlich werden; außer demſelben können die Gegenſtände, auf die man ſcharf hinſieht, durch ihr häufiges Licht, oder durch ihre ſtarken Farben die Nerven des Auges nachdrücklicher reizen, und alſo verurſachen, daß dieſe zur Empfindung des neuen Objektes nicht ſo geſchickt ſeyn, als ſie es ohne dieſem heftigen Reize geweſen wären; ja, es muß aus der Wirkung der vorigen Gegenſtände, und aus der neuen gleichſam eine zuſammengeſetzte entſtehen, und, ſo zu reden, eine Mittelempfindung folgen. Ferner ſieht unſer Auge nach dem Schlafe, oder, wenn wir aus einem finſtern Orte kommen, um eine brinnende Kerze einen gefärbten Ring, wovon die Urſache weder in

der

der Feuchtigkeit, oder den Dünſten der Luft, noch in der Näße des Auges ſeyn kann; denn man decke nur das Licht mit einem Finger, ſo ſieht man den Raum in welchem man den gefärbten Zirkel beobachtete, zwar erleuchtet, aber ohne Farben. Es muß alſo die Urſache desſelben in der Empfindlichkeit des Auges aufgeſucht werden.

Wer von dieſer Sache eine genauere Beſtimmung verlanget, der mag den Herrn Abbt Rozier (*a*), oder Scherfern (*b*) darüber leſen.

Von den Farben in der Atmosphäre.

Ich werde hier nur von denjenigen Farben reden, die in der Atmosphäre durch das Brechen, und Zurückwerfen der Sonne= oder des Mondelichtes entſtehen, das iſt, 1.) von den Farben der Wolken, 2.) des Regenbogens, 3.) des Nordſcheines ꝛc.

Von den Farben der Wolken.

§. 302.

Die Farben der Wolken können keinen andern Grund haben, als den wir von den Farben anderer gefärbten Körper angegeben haben. Weil auch von ihnen alles das gilt, was wir von dieſen ſchon bewieſen haben.

I. Die=

(*a*) Obſervations ſur la Phyſique, ſur l'hiſtoire naturelle, & ſur les arts. Juillet 1776.

(*b*) Diſſertatio de coloribus accidentalibus. Viennæ 1761

I. Diejenige Wolke muß alſo **weiß** erſcheinen, die die auffallenden Lichtſtralen vermiſcht zurückwirft, und eine andere mehr oder weniger **ſchwarz**, je nachdem ſie mehrere oder wenigere Stralen in ſich verſchlinget.

II. Kommen durch die dünſtige Atmosphäre, dort ſonderbar, da die Sonne dem Horizonte ganz nahe iſt, die rothen Stralen allein, oder doch häufiger als die übrigen zu unſerm Auge, ſo werden wir ſie **roth** ſehen. Eben ſo ſcheinet eine Wolke gelb oder grün zu ſeyn (denn man beobachtet auch grüne Wolken) (*a*); wenn ſie dieſe oder jene Farb häufiger reflektiren, oder durchlaſſen.

III. Die blaue Farbe, die bey heiterem Wetter in der ganzen Atmosphäre herrſchet, entſtehet, weil nur die **blauen** Stralen aus der Luft von allen Orten her zurückgeprellt werden; die übrigen aber durchgehen. Die Luft iſt alſo mit ihren gleich ausgetheilten Dünſten, und fremden Theilen ꝛc. für einen blaulichten Körper anzuſehen.

* Wenn die Luft ſelbſt auch eine ſehr hellblaue, und ſchier ins Weiße übergehende Farbe hat: ſo muß ſie doch dunkel erſcheinen, weil unmittelbar hinter ihr ein körperleerer Raum iſt, von dem zu uns nicht das geringſte Licht kömmt.

Von dem Regenbogen.

§. 303.

Verſuche. Hängen wir, nach der Anweiſung Ant. de Dominis und des Cartes mit Newton (*b*), und Nollet in unſerm Zim=

(*a*) Frezier in der amerikaniſchen Reiſebeſchreibung.
(*b*) Opt. L. I. P. II. Prop. IX.

Zimmer eine mit Waſſer gefüllte gläſerne Sphäre auf, und laſſen auf dieſe einen Lichtſtral mit der Richtung Sc (F. XV.) einfallen, und ſehen auf die Kugel aus a ſo hin, daß der Stral ac durch den wir ſehen, mit dem auf die Kugel hinfallenden Lichte den Winkel Sca $= 42^{\circ}\,2'$ mache, ſo werden wir an der Kugel die rothe Farbe ſehen. Wird dieſer Winkel nach und nach verkleinert, ſo erſcheinen die übrigen Farben der Ordnung nach, und zuletzt die blaue unter dem Winkel Scb $= 40^{\circ}\,17'$.
2.) Eine ähnliche Erſcheinung kömmt vor, wenn der Lichtſtral auf den untern Theil der gläſernen Sphäre (Fig. XVI.) auffällt; denn wenn in dieſem Falle der Stral ac, durch den ich ſehe, mit dem auffallenden Sc den Winkel Sca $= 50^{\circ}\,57'$ machet, ſo wird die rothe, und ſo, wie der Winkel wächſt, nach und nach in ihrer Ordnung auch die übrigen und endlich unter dem Winkel Scb $= 54^{\circ}\,7'$ die blaue Farbe beobachtet.

I. In beyden Fällen wird der auffallende Lichtſtral gebrochen, und in ſeine 7 Farben zertheilt, ſo, daß jede Farbe unter einem andern, und ihr eigenem Winkel erſcheinet.

II. In dem erſten Falle (Fig. XV.) wird der Stral zweymal gebrochen, und zwar das erſtemal bey ſeinem Eintritte in e, das zweytemal aber bey ſeinem Austritte in f, nachdem er aus d nach a zurückgeworfen iſt.

III. Im zweyten Falle (Fig. XVI.) kann der Stral Sc nicht zu unſerm Auge kommen, er werde denn neben dem zweymaligen Brechen in c, auch zweymal, nämlich von e und d zurückgeprellet.

§. 304.

Beobachtungen von dem Regenbogen.

1.) Der Regenbogen erſcheint nur alsdann, und dort, wann, und wo es aus einer Wolke regnet. 2.) Die Farben des Regenbogens ſind eben diejenigen, die man mittelſt des Prisma (ſieh die vorigen Verſuche §. 287.) erhält. 3.) Oftmal zeigen ſich zween Bögen zugleich. a) In dem untern Bogen behauptet die blaue Farbe den unterſten, die rothe den oberſten Ort. b) In dem obern Bogen ſind die nämlichen Farben, aber ſchwächer und umgekehrt, jedoch in der nämlichen Reihe ſichtbar. 4.) Die Farben im untern Bogen ſehen wir in der Ordnung und unter dem Winkel, wie man ſie in der Sphäre (Fig. XV.) beobachtet (vorgeh. §. n. 1.). 5.) Auch zwiſchen den Farben in dem obern Bogen, und jenen in der Sphäre (Fig. XVI. Verſ. n. 2. §. vorg.) iſt ſowohl in Rückſicht auf die Winkel, als auf ihre Ordnung eine vollkommene Gleichheit.

I. **In den Regentropfen** muß das auffallende Sonnelicht eben ſo, wie in der Sphäre (§. vorg. Verſ.) **gebrochen**, und in die Farben **getheilet** werden: weil beyderſeits die nämliche Urſache, d. i. die Zerſchiedenheit der Körper iſt, in die der Uebergang des Lichtes geſchieht.

II. Es müſſen daher auch in den Regentropfen unter den nämlichen Winkeln **die 7 Farben geſehen werden**, wie wir ſie in den Verſuchen (§. 303. n. 1. 2.) beobachtet haben, und dieſes in dem doppelten Falle (gegenw. §. n. 5. 5.).

§. 305.

§. 305.

III. Der Regenbogen iſt alſo nichts, als das in den Waſſertropfen gebrochene Sonnelicht, von dem die Farben abgeſöndert unter einem beſtimmten Winkel zu unſerm Auge kommen.

IV. Weil jeder Menſch an einem andern Standpunkte, und durch einen andern Stral ſieht, ſo muß auch jeder einen andern Regenbogen, das iſt, andere gebrochene Stralen ſehen (III.).

V. Der Stral, durch den wir ſehen, macht in einem Zirkelbogen mit dem auf die Tropfen auffallenden Lichte immer einen gleichen Winkel; mithin müſſen wir die Farben auch beynahe in einem Zirkelbogen ſehen, wenn nur die regnende Wolke ununterbrochen iſt, und dieſen Zirkelbogen faſſet.

* Ich ſage beynahe in einem Zirkelbogen; denn nur dort könnte ein wahrer Zirkelbogen ſeyn, wenn auch die Waſſertropfen vollkommen ſphäriſch wären.

VI. Iſt die Wolke unterbrochen, oder ganz klein, ſo muß auch der Bogen unterbrochen werden, und nur ein Stück davon erſcheinen.

VII. Der Mittelpunkt dieſes Bogens muß in einer Linie ſeyn, die durch unſer Auge, und durch die Sonne gehet: der Bogen muß alſo einen Halbzirkel ausmachen, wenn die Sonne am Horizonte ſteht; weil alsdenn der Mittelpunkt deſſelben auf der Oberfläche der Erde iſt: er wird aber kleiner oder größer, je nachdem die Sonne höher ober dem Horizonte, oder tiefer unter demſelben ſtehet: weil ſich auch der Mittelpunkt des Bogens darnach erhöhen oder erniedern wird.

VIII. Wenn die Sonne höher iſt als 54° 7′ kann kein gebrochener Stral unter dem gehörigen Winkel zu unſerm Auge kommen: **folglich iſt es auch unmöglich, daß wir einen Regenbogen ſehen.**

IX. Wenn keine regnende Wolke vorhanden iſt, ſo fehlt es an dem hinlänglichen Grunde zu einem Regenbogen. Iſt alſo die Wolke nur ſo hoch, als es nöthig iſt, um den untern Regenbogen zu ſehen, ſo wird man **nur dieſen, und nur alsdenn auch den obern Bogen** beobachten, **wenn die Wolke die nöthige Höhe hat.** Im Gegentheile kann der obere Regenbogen nie ohne den untern zugegen ſeyn, weil die höhern Regentropfen auch in die Tiefe herabfallen müſſen.

X. Die Lebhaftigkeit der Farben hängt theils von der **Vielheit** der brechenden Waſſertheilchen ab, theils von der **Abweſenheit** eines fremden Lichtes, welches oft durch eine dunkle Wolke hinter dem Bogen ausgeſchloſſen wird.

XI. Die Farben in dem höhern Bogen leiden eine **zweyfache Reflexion** (§. 301. III.) bey welcher auch allemal einiges Licht durchgelaſſen wird: es kommen alſo nur ſehr wenige Stralen zu unſerm Auge, und die Farben müſſen ſchwächer ſeyn.

* Dieß ſind lauter richtige Folgen aus der bewieſenen Urſache des Regenbogens, und zugleich Erſcheinungen, die jeder ſelbſt an dem Regenbogen beobachten kann.

XII. Weil der Regenbogen nicht aus dem Licht eines ſtralenden Punktes, ſondern aus dem Lichte der Sonne, die eine Breite hat, entſtehen muß, können alle auffallenden Stra-

ſen nicht vollkommen parallel ſeyn, und eben darum muß auch **die Breite des gefärbten Bogens** größer ſeyn; als ſie wäre, wenn die Sonne ein ſtralender Punkt wäre.

* Was wir durch die Erfahrung, haben andere auch durch genaue Berechnungen beſtimmt: der große Newton (*a*) hat auch hier den Weg gebahnet (*b*).

Von den Kronen, Nebenſonnen, und Nebenmonden.

§. 306.

Ich verſtehe unter den **Kronen in der Atmoſphäre** diejenigen weißen, oder auch manchmal gefärbten Zirkel, welche nicht ſelten um die Sonne, den Mond, und die Planeten, ja auch um die Fixſterne mit einer ziemlich großen Breite erſcheinen. Man nennt ſie **Sonne-Mondeskronen** oder **Höfe** ꝛc. je nachdem ſie einen von dieſen Körpern umgeben. 2.) Die Durchmeſſer dieſer Zirkel ſind ſehr zerſchieden: einige haben 12, andere bis auf 90, und noch mehrere Grade. Die Breite einer ſolchen Krone iſt = 2°, 4°, 7°. 3.) Der Raum zwiſchen dem Himmelskörper und der Krone iſt allemal dunkler, als der Raum den die Krone ſelbſt einnimmt. 4.) Eine **Nebenſonne** (Parhelion), oder ein **Nebenmond** (Paraſelene) iſt eine Erſcheinung, die mit der wahren Sonne, oder dem Monde

(*a*) L. I. P. II. prop. IX.

(*b*) Sieh ferner über dieſe Materie den **vollſtändigen optiſchen Lehrbegrif** des **Smiths** ausgearbeitet vom **H. Käſtner** 2 B. 2 Kap. Eine Berechnung iſt auch in Phyſ. part. n. 445. P. Schärfer zu finden.

Monde eine Aehnlichkeit hat, und mit dieſen zugleich geſehen wird. 5.) Dergleichen Nebenſonnen ꝛc. kann man oftmal mehrere zugleich beobachten.

§. 307.

Beobachtungen und Verſuche. I. Die Kronen erſcheinen niemal bey vollkommen heiterem Wetter: ſondern nur an neblichten, oder dünſtigen Tagen. 2.) Man ſieht ſie oft nur aus einer ganz kleinen Gegend, und nie von allen Orten zugleich, von denen man die Sonne ſieht. 3.) Sie verſchwinden (oder wenigſt ein Theil davon) wenn die Nebel vom Winde bewegt werden, oder ſich allerdings verziehen. II. Dergleichen Kronen umgeben auch eine brinnende Kerze, die im Nebel, oder in einem feuchten Zimmer ſteht. 2.) Auch, wenn man zwiſchen der Kerze, und dem Auge ein rauchendes Waſſer, oder 3.) eine in einem gläſernen Recipienten mehr verdickte Luft ſtellet.

I. **Die Urſache dieſer Kronen muß ſich in der Atmoſphäre befinden** (Beob. I. 1. 2. 3.): **und kann auch in den noch flüßigen Dünſten liegen;** denn würden dieſe Kronen nur von gefrornen Theilchen gezeuget, wie könnte man ſie durch die Dünſte ſehen, die von einem warmen Waſſer aufſteigen (Verſ. II. 1. 2. 3.)?

II. Doch müſſen ſie von dem Lichte jener Körper entſtehen, die ſie umgeben.

III. Weil nun die Lichtſtralen zerſchieden durch die Dünſte gebrochen, und zurückgeprellt werden können, ſo ſind die

die Kronen auch in der That nichts anders, als das Licht, welches die Dünſte rings um die Sonne, und die Planeten ꝛc. brechen, und zurückwerfen.

IV. Die Kraſt das Licht zu brechen ꝛc. iſt ſowohl den gefrornen, als den flüßigen Waſſertheilchen eigen; dieß iſt der Grund, warum die Kronen von beyden entſtehen können (I. Folgeſ.).

V. Die Kronen ſind entweder **gefärbt**, wenn das gebrochene Licht nur unter einem gewiſſen Winkel von dem ganzen Kreiſe zu unſerm Auge kömmt: oder **weiß**, wenn die Lichtſtralen gar nicht abgeſöndert, oder die abgeſönderten wieder vermiſchet werden (§. 287.).

* Auf dieſe Weiſe laſſen ſich die gemeinen Kronen ohne Beſchwerniß erklären; aber man beobachtet auch einige, die mit dem Horizonte parallel ſind, und einen ſehr großen Durchmeſſer haben, und dieſe fordern eine genauere Beſtimmung, welche man in der Optik des Newtons (*a*), in den Werken des Hugenius (*b*), und in einem Auszuge bey Muſchenbröck (*c*) antrift; wovon ich das wichtigſte herſetzen will.

§. 308.

Wenn in der Atmoſphäre ringsherum beym Horizonte cylinderförmige, oder vielmehr koniſche Eistheilchen ſenkrecht hangen,

gen,

(*a*) L. 2. P. IV.
(*b*) Hugenii Opera poſthuma.
(*c*) Inſtit. phyſ. de meteoris aqueis.

gen, und die Sonne, oder der Mond in der gehörigen Höhe gegen dieſelben ſtehet: ſo müſſen wir eine Krone ſehen, die uns mit dem Horizonte faſt parallel zu ſeyn ſcheinet. Denn in dieſem Falle wird das Sonne-oder Mondeslicht von allen Eistheilen, als von ſo vielen cylindriſchen, oder koniſchen Spiegeln, nach ihrer ganzen Höhe ringsherum zu unſerm Auge zurückgeworfen werden. 2.) Wir erfahren dieſes auch wirklich, wenn man das Licht auf ganz kleine ſolche Nadeln, Cylinder, und Kegel, die man aus Glaſe verfertigen kann, auffallen läßt.

§. 309.

Von dem Theile der Krone, welcher der Sonne, oder dem Monde, und unſerm Auge gerade gegenüber ſteht, müſſen die Lichtſtralen weit häufiger zurückgeworfen werden, als von andern, welche ſchiefer liegen. Um dieſes deutlich einzuſehen, ſoll uns die XVII. Figur die Zirkelfläche eines cylindriſchen Eistheilchens vorſtellen; die Sonne ſtehe gegen dieſelbe in S. Ich ſetze ab und ac ſeyen zween gleiche Theile von der Zirkelfläche: müſſen nicht auf den Theil ab weit mehrere Lichttheilchen auffallen, als auf ac? 2.) Und geſetzt, es fielen auch gleich viele auf dieſen, müßten ſie nicht doch von ab häufiger als von ac zu unſerm Auge reflektiret werden, weil ac weit ſchiefer liegt, und die ſchief auffallenden Lichttheilchen nach ganz andern Richtungen zerſtreuet?

I. Der

I. Der Theil der Krone alſo, welcher der Sonne gegenüber ſteht, muß uns weit erleuchteter, und zuweilen als ein Bild der Sonne ſelbſt (Parhelion oder Nebenſonne) vorkommen (§. 306. n. 4.), abſonderlich wenn ſich im ſelben auch mehrere dergleichen Eistheilchen befinden.

II. Doch müſſen auch die dieſen Nebenſonnen nähern Eistheilchen das Licht noch häufiger zurückprellen, als die ſchon mehr entfernten, und eben das iſt die Urſache, warum eine Nebenſonne manchmal einen erleuchteten Schweif zu haben ſcheinet.

III. Macht die zweyte Sonne eine neue Krone, die die vorige durchſchneidet, ſo müſſen die Eistheilchen im Durchſchnitte nothwendig mehr erleuchtet werden, und neue, obgleich ſchon ſchwächere Nebenſonnen bilden.

* Alles das gilt auch von den Nebenmonden.

§. 310.

Dergleichen Eistheilchen (wie wir ſie §. 308. zur Erklärung angenommen haben) befinden ſich wirklich in dem Dunſtkreiſe, zur Zeit, da wir eine ſolche Krone, Nebenſonne ꝛc. beobachten; denn nach dieſen Erſcheinungen hat es ſolche Theilchen ſchon oft herunter geſchnieen. 2.) Das Waſſer vereiniget ſich beym Gefrieren allemal in Nadeln (§. 259.). Die 3.) nicht nur cylindriſch, ſondern auch koniſch, pyramiden, und keilförmig ſind, weil ſie nicht allezeit auf einmal zuſammengefrieren, oder weil die äußerſten Theile von den auffallenden Sonnenſtralen wieder flüßig werden,

wegen ihrer Schwere abwärts fließen, und am unterſten Theile in einer größern Maſſe gerundet zuſammengefrieren. 4.) Endlich ſieht man dieſe Kronen, und Nebenſonnen öfters in den kältern Erdſtrichen, obſchon man ſie auch in wärmern Gegenden beobachten kann; weil auch da in einer größern Entfernung von der Erde dergleichen Eistheile nicht ſeltſam ſind.

I. Die Kronen um die Sonne, den Mond, und die Planeten können alſo auch durch dieſe Eistheilchen entſtehen, beſonders die größern, und die mit dem Horizonte parallel ſind:

II. Die Nebenſonnen, und Nebenmonden ſind ebenfalls nichts anders, als das von den Eistheilchen zurückgeworfene Licht (§. 309.).

* Allein, wie kommen die Eistheilchen in eine ſo große Höhe? 2.) Warum fallen ſie nicht herunter, indem ſie doch ſpecifiſch ſchwerer ſind, als die Luft? 3.) Wie iſt es möglich, daß die Kronen, durch die Sonne ſelbſt gehen, wie man es öfters beobachtet? — Was das erſte betrift, ſo werde ich weiter unten im zweyten Abſchnitte, wo ich die Urſache von dem Aufſteigen der Dünſte aus den anziehenden Kräften der Luft herholle, zeigen: daß das Waſſer, welches in Dünſte aufgelößt iſt, zu der größten Höhe in der Atmoſphäre hinauf gezogen wird. Dieſe Eistheilchen können ferner von den Winden, die nach zerſchiedenen Richtungen auch aufwärts wehen, in dieſe Höhe getragen werden. 2.) Auf das zweyte antworte ich: a) Die ſpecifiſche Schwere der Eistheilchen iſt zwar größer, als jene der Luft; deſſen ungeachtet fallen ſie doch nicht ſo gleich, weil ſie den Widerſtand

der

der Luft nicht überwinden können; denn dieſer wächſt allemal, wie die Oberfläche des fallenden Körpers, dieſe Oberfläche aber iſt in kleinern Körpertheilchen reſpectiv größer (§. 169. IV. Anmerk. 7.). b) Zum wenigſten muß ihre Bewegung, wenn ſie auch fallen, aus eben der Urſache kaum merklich ſeyn. c) Und zuletzt könnte ja die Reflexion auch durch die wirklich fallenden Eistheilchen geſchehen, ſo wie denn auch der Regenbogen in den Waſſertropfen, welche es aus der Wolke regnet, geſtaltet wird. 3.) Die Kronen müſſen durch die Sonne gehen, wenn dieſe nicht viel höher ober dem Horizonte ſteht, als die reflektirenden Eistheilchen. Es trägt auch zur Erhöhung der Krone ſehr vieles bey, wenn die Eistheilchen eine cylindriſche, nicht eine koniſche Figur haben. Die Figur (Fig. XVIII. Tab. IV.) möchte uns dieſes begreiflicher machen. Es falle der Stral Sb auf die cylindriſche Fläche Aa. Wegen der Gleichheit des Auffalls- und Reflexionswinkels muß er nach bB zurückgeprellt, und nach der Richtung BE geſehen werden. Fällt aber eben dieſer Stral auf die koniſche Fläche dA in c auf, ſo wird er nach cC reflektirt, und erſcheint nach der Richtung Ce, das iſt, im erſten Falle muß die Krone höher, und im zweyten tiefer ſtehen.

Von dem Nordlichte.

§. 311.

Wir beobachten manchmal zu Nachts gegen Norden in unſern Gegenden eine ſtarke Helle an dem Himmel, die keine ordentliche Dämmerung mehr ſeyn kann, weil ſie erſcheinet,

net, wenn die Sonne ſchon zu tief unter dem Geſichtskreiſe ſtehet. Man nennt dieſe Helle, oder dieſes Licht, den **Nordſchein**, das **Nordlicht** (aurora borealis). 2.) Man ſieht es in nördlichen Gegenden öfters, als bey uns. 3.) Es erſcheinet auch nicht ſelten mit den ſchönſten rothen und gelben Farben. 4.) In den nördlichen Orten von 65 bis 90 wird es auch gegen Mittag beobachtet, jedoch ohne Farben.

§. 312.

Genauere Beobachtungen von dem Nordlichte. 1.) Das Nordlicht geſtaltet insgemein einen Bogen, deſſen Mittelpunkt beynahe in die Sonne fällt, wenn man ſich denſelben als fortgeſetzt einbildet. 2.) Dieſer Bogen bewegt ſich ober dem Horizonte, wie ſich die Sonne unter dieſem bewegt. 3.) Aus dem Bogen ſcheinen rings herum erleuchtete rothe, gelbe, und weiße Säulen aufzuſteigen, welche alle gegen die Sonne zuſtehen, und deren einige nach dem Zenith hinzielen, andere aber von ſelbem abweichen. 4.) Wenn man auch das Nordlicht nicht in einem Bogen ſieht, ſo iſt doch das Licht vor Mitternacht allemal mehr gegen Untergang, und nach Mitternacht mehr gegen Aufgang. 5.) Endlich hat der kaiſerl. Aſtronom H. Hell die Beobachtung gemacht, daß das Nordlicht an den Orten, welche eine große nördliche Breite haben, nur in den Monathen November, December, und Jänner, nicht aber auch in den übrigen Jahreszeiten gegen Mittag geſehen werde. II. Es erſcheinen beym Nordlichte auch Bögen, derer Mittelpunkt in den **Mond** fällt, ſowohl, wenn ſich dieſer ober dem Horizonte, als wenn er ſich unter demſelben befindet.

2.) Auch

2.) Auch an dieſen Bögen, beobachtet man alles das auf eine ähnliche Weiſe, was wir von jenen der Sonne angemerket haben.

I. Das **Nordlicht** ſteht mit der **Sonne**, ihrer Lage und Bewegung, wie auch mit dem **Monde** in einer ungezweifelten Verbindung (Beob. I. 1. 2. 3. 4. II. 1. 2.).

II. Nur die Weiſe der Erklärung muß näher beſtimmet werden, wenn man die Erſcheinungen des Nordlichtes dem Lichte der Sonne, und des Mondes zuſchreiben will.

§. 313.

Fernere Beobachtungen des H. Hell auf der Inſel Wardehous in der nördlichen Breite 70, 22, 36. Der Nordſchein ward nur alsdann beobachtet, wann keine niederen Wolken den Himmel deckten, übrigens aber die Atmosphäre neblicht war. Es geſchah nicht ſelten, daß er aus den niedern Wolken, die ſich hie und da voneinander trennten, hervorſchien. 2.) Vom Anfange war das Licht manchmal ſehr ſchwach, und einem dichtern Rauche ähnlich: man konnte Fixſterne durch daſſelbe ſehen; es zog ſich aber auf einmal zuſammen, das Licht ward ſtärker, und die Sterne verſchwanden. 3.) Von dort her, wo das Licht erſchien, fiel ein häufiger Schnee, der auch im Herabfallen, noch immer erleuchtet war. II. Wann die Luft ſo ziemlich ruhig war, zeigte ſich zu Nachts der Lichtbogen dort, wo man bey Tage weiße ſtreiſige Wolken wahrgenommen hatte, und eben die weißen Streiſe, die man vorher bemerkte, erſchienen zu Nachts, als gelb erleuchtete Säulen. 2.) Wenn das Nordlicht unterſchiedliche Aenderungen litt,

und hin und her geworfen wurde, gieng ſeine Bewegung nach ganz andern Richtungen, als jene der tiefern und dichtern Wolken. 3.) Stund es aber nachmals ruhig, und verſchwand mit dem Anbruche des Tages, ſo erſchienen an ſeiner Stelle weiße, ähnlich geſtaltete Wolken. 4.) Auch dieſe Wolken ſanken nach und nach herab, und es ſchnie.

Folgeſätze. I. Es läßt ſich aus dieſen Erfahrungen nicht zweifeln, daß das Nordlicht mit derjenigen Materie in einer Verbindung ſtehe, die die Atmoſphäre neblicht machte (I.): die ſich hin und her bewegte, und alsdann gegen einen Theil zuſammenzog (I. 2.): und endlich die höhern Wolken, und die weißen Streife ausmachte (II.).

II. Wenn man nun bedenkt, daß an den Orten von einer Breite = 70° ſchon für ſich eine große Kälte ſeyn müſſe: und daß ſich noch dazu die beſagte Materie ſehr hoch in der Atmoſphäre befindet: daß die Wolken in einem Schnee herunter fielen: ſo kann man beynahe nichts anders ſchließen, als daß eben dieſe **Materie in gefrornen Dünſten beſtehe** (I. n. 3. II. n. 3. 4.).

III. Es kömmt alſo nur darauf an, daß man alles deutlich erkläre, wie die Erſcheinungen des Nordlichtes durch die Gegenwart gefrorner Dünſte, und durch das Licht der Sonne oder des Mondes nothwendig folgen müſſen, um dieſe beyden Stücke für den hinlänglichen Grund des Nordlichtes angeben zu können.

§. 314.

Heiſcheſatz aus der Optik. Die Atmoſphäre kömmt uns wie eine halbe hohle

Sphä-

Sphäre vor, obgleich das, was wir davon ſehen können, nur ein kleiner Abſchnitt der wahren Atmoſphäre iſt. Man ſehe die XIX. Figur Tab. IV. Der Bogen FOC ſey ein Theil eines größern Zirkels von dem Erdrunde: NECM aber von der Atmoſphäre: beyde Bögen ſollen einen gemeinſchäftlichen Mittelpunkt haben: der Zirkel dmbn ſey unſer phyſiſche Horizont, und der Standort in O. Nun werden wir den äußerſten Theil der Atmoſphäre M der uns noch ſichtbar iſt, anders nicht, als in m, den Theil N in n, E in e, C in c ſehen können: der große Bogen NECM muß alſo unter einer weit ſtärkern Krümmung erſcheinen, und uns als der Bogen neacm, das iſt, als ein hohles Hemiſpherium vorkommen.

I. Nicht nur der Bogen NECM, ſondern auch eine Linie XY, oder jede andere müßte aus der nämlichen Urſache gekrümmt ſcheinen.

II. Wenn ſich alſo entweder in dem Bogen NECM oder in der Linie XY, oder einer andern ſichtbare Theile befinden, müſſen dieſe einen ſcheinbaren Zirkelbogen geſtalten, deſſen Mittelpunkt im Horizonte, oder was eines iſt, in einer Linie liegt, die von unſerm Auge auf die Zirkelfläche, und den Durchmeſſer des Bogens ſenkrecht hingehet.

§. 315.

Es iſt zwar gewiß, daß das Nordlicht in der Atmoſphäre eine größere Höhe habe, als die gemeinen Wolken; jedoch

iſt

iſt dieſe Höhe, ſo viel man weiß, noch von Niemanden genau beſtimmet worden. Denn es ſind zu dieſer Beſtimmung mehr nicht als zween Wege bekannt, die aber alle beyde unrichtig ſind. Der **erſte** wäre: daß man von zerſchiedenen Orten aus, die Höhe ſowohl als die Breite des Bogens mäße; allein man ſetzt hier zum Grunde, daß man an allen Orten den nämlichen Bogen ſehe, welches doch eben noch nicht ausgemacht iſt; man wird alſo auf dieſe Weiſe die Höhe des Nordlichtes ſo wenig, als die Höhe eines Regenbogens für richtig beſtimmt angeben können (§. 305. IV.). Der **zweyte** Weg wäre, daß man die **wahre** Höhe des Bogens aus der **beobachteten** Höhe, und Breite deſſelben und zugleich aus der Polushöhe des Standortes beſtimmte; allein dazu wird erfordert: 1.) Daß das Nordlicht einen vollkommenen Zirkelbogen und zwar 2.) außer unſerm Auge geſtalte. Das erſte iſt wider die Erfahrung, und das zweyte kann man nicht beweiſen, weil das Nordlicht wie ein Bogen auf unſer Auge wirken müßte, wenn es auch wirklich keinen machte, wie wir es in dem ganzen vorgehenden §. bewieſen haben.

* Damit H. Hell (deſſen Beobachtungen und Scharfſinne wir die bisherigen Erklärungen zu verdanken haben) auch die übrigen Erſcheinungen des Nordlichtes, und ſonderbar, wie dieſes auch dort folgen müſſe, wenn die Sonne ſchon 40°, 50° unter dem Horizonte verſenket iſt, hinlänglich erkläre; ſo nimmt er an, daß nicht nur cylindriſche, ſondern auch flache Eistheilchen in großer Anzahl in der Luft herumſchweben, welche das Licht ſehr häufig zurückwerfen, und das, was etwa durch mehrere

ſchon

ſchon vorhin geſchehene Reflexionen verloren gieng, erſetzen ſollen. Mir will dieſe Erklärung aus folgenden Gründen noch nicht vollkommen genug thun.

§. 316.

Das Nordlicht kann man hart durch die Reflexion des Lichtes von flachen und ebenen Eistheilchen (vorg. Anm.) erklären; 1.) Weil ſogar das Daſeyn ſolcher ebenen Eistheilchen noch nicht ſicher genug bewieſen iſt; denn die Waſſertheilchen gehen in Nadeln zuſammen, welche eine cylindriſche, pyramidenförmige oder koniſche Figur erhalten müſſen (§. 310. n. 2. 3.): wie läßt es ſich alſo ſo ſchlechthin behaupten, daß die Dünſte gerade an dem Orte, wo das Nordlicht erſcheint, in flache Theilchen zuſammengefrieren? — H. Hell ſelber erklärt die Kronen in der Atmosphäre durch cylindriſche Theilchen, und die Bögen des Nordlichtes, glaubt er, ſeyen nichts anders, als Theile ſolcher Kronen, die aber durch flache Eistheilchen entſtünden. 2.) Geſetzt aber es ſey das Daſeyn der Eistheilchen bewieſen; gewinnt man wohl dadurch etwas, um die Erklärung leichter zu machen? — Keinesweges: es läßt ſich vielmehr behaupten, daß die Reflexion, anſtatt vermehret zu werden, wie H. Hell meynet, merklich ſchwächer ſeyn müſſe; denn dieſe ebenen Eistheilchen hangen nicht ordentlich in der Luft (wenigſtens wird dieß ohne Grund angenommen); ſondern ihre Flächen haben zerſchiedene Richtungen: es müßte alſo das Licht von dieſen flachen Eistheilchen wegen der Gleichheit des Auffalls- und Reflexionswinkels nach allen Richtungen zerſtreuet, vieles in die Sonne, und nur ſehr weniges zu unſern Augen zurückgeworfen werden. Man wird daher das Nordlicht ſehr hart durch ſolche Theilchen erklären.

§. 317.

Sobald man aber annimmt, daß die Eistheilchen eine koniſche Figur haben, ſo iſt es ſehr leicht zu begreifen, wie von der Sonne, und dem Monde, auch dort, wo dieſe Körper tief unter dem Horizonte ſtehen, genugſames Licht zu uns herauf komme; denn dieſe koniſchen Eistheilchen müſſen in der Luft immer ſenkrecht hangen, oder auch ganz langſam fallen (§. 310. Anm.), und weil ſie auch durchſichtig ſind, das Licht ſo brechen, daß es um die Erde herum einen krummen Weg mache. Falle auf ein dergleichen Eistheilchen (Fig. XX.) der Stral S auf: weil er aus der Luft in das Eis, und von da wieder in die Luft kömmt; ſo muß er zweymal gebrochen, und nicht nach der Richtung Sr, ſondern gegen a hinbewegt werden. Dieſes zweymalige Stralenbrechen geht in allen dergleichen Eistheilchen vor: das Licht muß alſo beſtändig in der Atmoſphäre erhalten werden, und kann auch alsdann zu uns kommen, wenn die Sonne oder der Mond ſehr tief unter dem Horizonte ſtehet.

I. Sind die Eistheilchen pyramiden- oder keilförmig, ſo muß aus der nämlichen Urſache eben das geſchehen, wie man es leicht einſieht.

II. Daß das Licht von der Sonne, da ſie unterm Horizonte ſteht, bis in unſre Atmoſphäre komme, ſcheint alſo vielmehr eine Wirkung des öfteren Brechens, als des Zurückprellens der Stralen zu ſeyn.

III. Daß

III. Daß wir aber die Atmoſphäre wirklich erleuchtet ſehen, dieß geſchieht durch den Aufſtoß des in der Atmoſphäre erhaltenen Lichtes auf die untern Theile der koniſchen, pyramidiſchen, oder auch anderer Eistheilchen; von denen es zu unſern Augen abgeprellet wird.

IV. Geſchieht dieſes Abprellen des Lichtes in einer ununterbrochenen Reihe fort: ſo muß nothwendig ein Bogen erſcheinen (§. 314.).

V. Dieſer Bogen muß durchſichtig ſeyn, wenn die reflektirenden Theilchen nicht zu häufig ſind; im Gegentheile raubt er uns den Himmel, wenn ſich eben dieſe Theilchen enger zuſammenziehen, und das Licht der Sterne nimmer durchlaſſen (§. 313. I. 2.).

VI. Steht vor dem zurückgeprellten Lichte nahe am Horizonte eine finſtere Wolke, und wird dieſe auf ihrem hintern Theile beleuchtet; ſo kann das Licht nur durch die äußerſten Theile dieſer Wolke, welche dünner ſind, als die mitteren, durchdringen, und es muß alſo eine neue Art eines Bogens geſtaltet werden.

* Um auch die ſchimmernden Säulen und die zerſchiedenen Farben des Nordlichts zu erklären, müſſen wir noch einige alltägliche Beobachtungen vorausſchicken, die uns die Sache deutlich machen können.

§. 318.

Beobachtungen. Wer der auf = oder niedergehenden Sonne am Geſtade eines Flußes, oder am Ufer eines Sees ꝛc. gegenüber ſteht, der ſieht in dem Waſſer nicht das runde Bild der Sonne, ſondern eine lange läuchtende Säule.

 2.) Eben

2.) Eben ſolche Säulen beobachtet man auch öfters bey dem Auf- oder Niedergange der Sonne in den Wolken, welche gegen unſer Zenith hinzielen. 3.) Stehet eine Wolke vor der Sonne, die unterbrochen iſt; ſieht man eben dort erleuchtete Streifen von verſchiedener Breite. 4.) Bey großen Feuersbrünſten ſieht man zu Nachts in einiger Entfernung von der Brunſt ein verlängertes rothes Licht gleichfalls über das Zenith hingehen (a).

I. Dieſe leuchtenden Säulen entſtehen durch das **Zurückprellen** des Lichtes von dem **Waſſer** (n. 1.), und von den **Wolken** (n. 2. 4.), welches in einer ganzen langen Strecke hin geſchieht.

II. Da ſie nun mit jenen des Nordlichtes (§. 310. n. 3.) gleiche Eigenſchaften haben; ſo ſcheint es, daß auch von dieſen der hinlängliche Grund in den Wolken, oder vielmehr in den verſammelten Eistheilchen liege, die in der Luſt eine zurückwerſende Fläche, wie das Waſſer in dem See ausmachen können.

III. Die Säulen, die man öfters bey dem Nordlichte beobachtet, ſind nur alsdann ſichtbar, wenn die zurückprellenden Wolken faſt eben ſo, wie das Waſſer (Beob. n. 1.) zwiſchen das Aug und die Sonne kommen, und dieſe werden allezeit auf unſer Zenith hinzielen (§. 310. n. 3.).

IV. Liegen aber die Eistheilchen nach einer andern Richtung, als gegen das Zenith, müſſen auch dieſe erleuchtet werden, und nach dieſer Richtung eine Säule bilden.

V. Dergleichen Säulen, die vom Zenith abweichen, erſcheinen auch, obſchon die Eistheilchen aller Orten gleich ausgetheilet ſind; wenn nur das Licht durch eine unterbrochene gethei-

(a) Abhandlung vom Nordlichte Auct. Clar. Mairio Comment. Acad. Scient. Petrop. 1726.

Wolke häufiger durchdringet, und die Eistheilchen nach dieſer Richtung erleuchtet; nicht anders, als es beym Tage zu geſchehen pflegt, da die Sonneſtralen durch kleine Zwiſchenräume einer Wolke gehen, und die Dünſte durch ihren ganz übrigen Wege erleuchten (Beob. n. 3.).

VI. Weil aber dieſe Wolken ſowohl durch ihre eigene, als durch die Bewegung der Sonne in den erfoderlichen Abſtand kommen können, ſo ſieht man leicht, warum die Säulen bald hier, bald dort auf einmal erſcheinen, und wieder verſchwinden.

VII. Die Farben des Nordlichtes muß man alſo auch aus den nämlichen Gründen herhollen, die wir ſchon oben überhaupt von den Farben der Wolken angegeben haben (§. 302.), nämlich, die weiße Farbe muß in der Abweſenheit eines andern Lichtes weit heller und lebhafter ſcheinen, und die rothen Stralen werden durch die neblichte Luft häufiger durchgelaſſen, die übrigen aber größtentheils aufgefangen werden ꝛc.

* Dieſer Begriff vom Nordlichte, den wir bißher feſtgeſetzt haben, daß man die Erſcheinungen vielmehr durch die Refraktion (§. 315.) vermittelſt koniſcher pyramidiſcher oder auch keilförmiger Eistheilchen (§§. 316. 317.) erkläre, iſt der Gedanke unſers berühmten H. Profeſſors der mathematiſchen Wiſſenſchaften H. Johann Helfenzrieders, dem wir auch ſchon viele andere ſehr feine, und nützliche Erfindungen zu verdanken haben, und der deßwegen ſchon mit mehrern rühmlichen Preiſen, von verſchiedenen Akademien beehret worden iſt.

** Uebrigens wird ſich aus dieſen Grundſätzen alles Uebrige, was noch bey dieſem Gegenſtande vorkommen mag, in den öffentlichen Vorleſungen ohne Beſchwerniß erklären laſſen. Sehr viele Umſtände ſind in der Abhandlung vom Nordlichte des H. Mako (*a*) zu finden.

*** Zur

(*a*) Beyträge zu verſchied. Wiſſenſch. von einigen Oeſterreich. Gelehrten.

*** Zur Vollſtändigkeit der gegenwärtigen Abhandlung von dem Lichte bleibt uns ohne Zweifel noch eine andere Anwendung der bewieſenen Eigenſchaften auf das Sehen ſelbſt zumachen übrig. Davon werde ich alſo hier noch die Hauptſätze angeben, und damit dieſes Kapitel beſchließen.

§. 319.

Wir ſehen die Gegenſtände auf dreyerley Weiſe: Durch Stralen, die niemal zu unſerm Auge kämen, wenn ſie nicht von einem dritten Körper 1.) zurückgeworfen, oder 2.) gebrochen würden, und 3.) durch Stralen, die außer dem Auge weder gebrochen, noch zurückgeworfen werden, ſondern unmittelbar, und gerade von leuchtenden Körpern kommen. Die Geſetze von dem Sehen der erſten Art kommen unter dem Name **Katoptrik** vor, die von der zweyten Art enthält die **Dioptrik**, und die **Optik** endlich die Geſetze des Sehens auf die dritte Art.

Grundſätze aus der Katoptrik.

§. 320.

Eine Fläche, welche das auffallende Licht ordentlich zurückwirft, nenne ich einen **Spiegel**, und zwar einen **Planſpiegel** (ſpeculum planum), wenn dieſe Fläche eben iſt, einen **Hohlſpiegel** (ſpeculum concavum), wenn ſie rund ausgehöhlt, und einen **gewölbten Spiegel** (ſpeculum convexum), wenn ſie linſenförmig erhoben iſt. Jede gerade Linie, welche durch den Mittelpunkt der Wölbung oder der Aushöhlung des Spiegels gezogen wird, heißt die **Achſe des Spiegels.** 3.) Der Raum, in welchem die abgeprell-

prellten, oder (wenn von Brenngläſern die Rede iſt) die gebrochenen Stralen mit der Achſe zuſammen kommen, wenn man ſie als fortgeſetzt denket, wird der **Brennpunkt** (Focus) genennet.

I. Von einem beſtimmten leuchtenden Punkte außer dem Spiegel kann nur **eine einzige Achſe gezogen werden**, weil von dieſem Punkte nur eine einzige ſenkrechte Linie auf die Fläche möglich iſt, und weil keine Linie durch das Centrum der Fläche gehen kann, als welche auf dieſe ſenkrecht fällt.

II. **Alle Perpendikularlinien auf dem Planſpiegel ſind Achſen** deſſelben, weil man ſich eine ebene Fläche als die Fläche einer Sphäre von einem unendlichen Diameter vorſtellen kann.

§. 321.

Die Stralen, welche von einem leuchtenden Punkte ausgehen, und auf einen gewölbten Spiegel zunächſt an der Achſe auffallen, haben nach dem Zurückprellen, wenn man ſie als fortgeſetzt denket, ihren **Brennpunkt** hinter dem Spiegel **in einer Entfernung** von dem Auffallspunkte, welche gleich iſt dem **Produkte aus dem Abſtande des leuchtenden Punktes in den Radius des Spiegels, dividirt durch den doppelten Abſtand des leuchtenden Punktes und den Radius**; das iſt, wenn der

Abſtand des leuchtenden Punktes $= d.$

der Radius des Spiegels $= r.$

die Brennweite $= f.$

$$\text{ſo iſt } f = \frac{dr}{2d+r}.$$

1.) Es

1.) Es ſey B A M (Fig. XXI.) ein Zirkelbogen von einem Converſpiegel: ſein Mittelpunkt ſeye C: der leuchtende Punkt aber in O. O C muß alſo die Achſe des Spiegels ſeyn; und weil der Stral O M in einer ganz kleinen Entfernung von der Achſe auffällt, ſo kann man dieſes O M dem A O und A F dem F M ohne merklichen Fehler gleich ſetzen.

2.) Zieht man durch M eine ſenkrechte Linie C G, ſo wird O M G der Auffallungswinkel ſeyn, und weil dieſer dem Reflexionswinkel jedesmal gleich iſt (§. 283. III.); ſo muß der zurückgeworfene Stral M D den Winkel D M G = O M G machen, und wenn man ſich ihn als fortgeſetzt einbildet, die Achſe in F durchſchneiden.

3.) Da ſich nun ferner in jedem Dreyeck die Sinus der Winkeln wie die Seiten verhalten, ſo dieſen Winkeln entgegen liegen; ſo iſt

C O : M O = Sin. O M C : Sin. O C M oder, weil die Komplimente mit den ſtumpfen Winkeln die nämlichen Sinus haben,

C O : M O = Sin. C M E : Sin. O C M oder
weil C M E = F M C und
O C M = F C M, ſo iſt
C O : M O = Sin. F M C : Sin. F C M.

4.) Es iſt aber auch in dem Dreyecke F C M
F C : F M = Sin. F M C : Sin. F C M.
Folglich C O : M O = F C : F M.

5.) Ferner iſt C O = O A + A C.
= d + r.
M O = A O. (n. 1.)
= d.
F C = A C — A F
= A C — F M (n. 1.)
= r — f.

F M

$$FM = f. \text{ Folglich}$$
$$d + r : d = r - f : f \text{ (n. 4.), und}$$
$$df + rf = dr - df, \text{ auch}$$
$$2df + rf = dr, \text{ und}$$
$$f = \frac{dr}{2d + r}.$$

Weil nun dieſes alles, was ich von dem Strale CM gezeigt habe, auch von jedem andern Strale gilt, der zunächſt an der Achſe auffällt; ſo iſt der gegenwärtige Satz vollſtändig bewieſen.

§. 322.

Folgeſätze für die Convexſpiegel. I. Fallen die Lichtſtralen nicht divergierend auf, wie wir es im vorgehenden §. annehmen mußten, ſondern **parallel**, ſo iſt $f = \frac{r}{2}$; denn einen Punkt, von dem die Stralen parallel auffallen ſollen, muß man ſich als unendlich weit von dem Spiegel entfernet denken: es iſt alſo $d = \infty$ und $f = \frac{\infty r}{2\infty + r}$ (vorgeh. §.) $= \frac{r}{2}$.

II. **Die weiteſte Entfernung des Brennpunktes von dem Auffallspunkte mißt der halbe Radius;** denn dieſe Entfernung iſt um ſo größer, wie größer der Abſtand des leuchtenden Punktes iſt (§. vorgeh.). Wird nun die Brennweite $= \frac{1}{2} r$, wenn das Licht unendlich weit entfernet iſt; ſo muß $\frac{1}{2} r$ die größte Entfernung des Brennpunktes meſſen.

III. **Wenn die Stralen convergiren,** ſo iſt $f = \frac{dr}{2d - r}$. Denn fallen die Stralen aus was immer

mer für einer Urſache convergierend auf, ſo iſt es gleichviel, als ob der leuchtende Punkt hinter dem Spiegel wäre, dort nämlich, wo die convergierenden Stralen hinzielen. Die Entfernung dieſes Punktes liegt alſo auf einer andern Seite, und muß ein negatives Zeichen haben, das iſt, es muß $f = \frac{-dr}{-2d+r} = \frac{dr}{2d-r}$ ſeyn.

IV. Iſt nun $2d > -r$, ſo bleibt die Formel **poſitiv**, und der Focus iſt hinter dem Spiegel. Iſt $2d < -r$, ſo muß **das Gegentheil** wahr ſeyn. Es iſt aber auch **gar kein Brennpunkt** möglich, wenn $2d = r$ iſt; denn in dieſem Falle ſind die Stralen parallel, weil $2d - r = 0$ folglich $\frac{dr}{0}$ eine unendliche Größe wird.

§. 323.

Folgeſätze für die Hohlſpiegel. I. Wenn die Stralen **divergierend** auf einen Hohlſpiegel auffallen, ſo iſt $f = \frac{dr}{r-2d}$. Denn der Radius eines Hohlſpiegels liegt vor der zurückprellenden Fläche; da wir nun den Radius des Konvexſpiegels, welcher hinter der Fläche liegt, durch $+r$ bezeichnet haben, ſo muß bey den Hohlſpiegeln ſein Ausdruck $-r$ ſeyn, folglich iſt $f = \frac{-dr}{2d-r} = \frac{dr}{r-2d}$.

II. Bey **parallel auffallenden Stralen** iſt $f = -\frac{r}{2}$; denn in dieſem Falle iſt $d = \infty$: mithin ändert ſich die Formel $f = \frac{-dr}{2d-r}$ (I.) in dieſe: $f = \frac{-\infty r}{2\infty - r} = -\frac{r}{2}$.

III. Die

III. Die **convergierenden Stralen** geben nothwendig hinter dem Spiegel zuſammen, wo ſich auch der leuchtende Punkt befinden muß, deſſen Entfernung eben darum eine negative Größe d. i. $= -d$ iſt. Die allgemeine Formel $f = \frac{dr}{r - 2d}$ (I.) bekömmt alſo hier eine andere Geſtalt nämlich $f = \frac{-dr}{r + 2d}$.*

§. 324.

Folgeſätze für die Planſpiegel. I. Jeder Planſpiegel kann als Konvexſpiegel von einem unendlich großen Radius angeſehen werden, es wird alſo aus der Formel $f = \frac{dr}{2d + r}$ (§. 321.) die folgende entſtehen: $f = \frac{d\infty}{2d + \infty} = d.$ und wenn die Stralen **divergieren**, das Objekt ſo weit hinter dem Spiegel geſehen werden, als es vor dem Spiegel ſteht.

II. Sind die Stralen **parallel**, und $d = \infty$, ſo muß auch $f = \infty$ werden.

III. Fallen aber die Stralen **convergierend** auf, ſo müſſen ſie hinter dem Planſpiegel vereiniget werden; d iſt alſo abermal negativ. D. i. $f = -d$ oder der Focus muß ſo weit von dem Spiegel ſeyn, als der Punkt, zu dem ſie convergieren, hinter demſelben iſt.

* Alle dieſe Formeln laſſen ſich in den öffentlichen Stunden durch beſtimmte Beyſpiele weitläuſtiger erklären.

§. 325.

In jedem Spiegel, er mag plan, concav, oder convex ſeyn, ſieht man das Objekt dort, wo ſich die Stralen in einem Punkte vereinigen. Denn die Richtung aller Stralen geht nach dieſem Punkte, und ſie ſcheinen alle von dort auszugehen; folglich müſſen wir auch das Objekt nirgend anders, als in eben dieſem Sammelplatze ſehen.

I. In Convexſpiegeln muß alſo das Bild 1.) hinter dem Spiegel erſcheinen, a) wenn die Stralen divergierend, oder b) parallel auffallen. 2.) Wenn aber die Stralen convergieren, ſo wird man das Objekt **bald hinter, bald vor dem Spiegel** ſehen, je nachdem der Radius bald größer, bald kleiner, oder eben ſo groß, als die doppelte Entfernung des Objektes iſt (§. 322. III. IV.).

II. In den Convexſpiegeln kann das Bild niemal weiter hinter der Fläche erſcheinen, als der halbe Radius von der Wölbung des Spiegels beträgt (§. 322. II.).

III. In den Hohlſpiegeln muß das Bild abermal bald vor, bald nach der reflektirenden Fläche geſehen werden, je nachdem die Formel wegen dem Verhältniſſe des Radius zur Entfernung des Objektes eine poſitive, oder negative Größe iſt (§. 323. I. II. III.).

IV. In Planſpiegeln, auf welche die Stralen divergierend aufſtoſſen, ſieht man das Objekt ſo weit hinter der Fläche des Spiegels, als es vor derſelben ſtehet (§. 324. I.). Sind die Stralen parallel, ſo ſieht man es

nur

nur in einer unendlichen Entfernung (§. 324. II.); convergieren aber die Stralen, ſo zeigt ſich das Bild vor dem Spiegel (§. 324. III.).

* Warum das Bild in zweenen parallel gegeneinander geſtellten Planſpiegeln unendlich oft, in andern aber, welche unter einem gewiſſen Winkel vereiniget ſind, ſo oft vermehret werde, als oft dieſer Winkel in 360° enthalten iſt; und andere dergleichen beſondere Geſetze, und Unterſuchungen, behalte ich mir für die öffentlichen Erklärungen vor.

§. 326.

Die Größe des Bildes in dem Spiegel verhält ſich zur wahren Größe des Objektes, wie die Entfernung des Bildes vom Mittelpunkte des Spiegels, zur Entfernung des Objektes von eben dieſem Mittelpunkte. Die Größe des Bildes ſteht mit der Größe des Zirkelbogens, in welchem es erſcheint, im geraden Verhältniſſe. Der Zirkelbogen aber, in welchem das Bild erſcheinet, verhält ſich zu jenem, in welchem das Objekt ſelber ſtehet, wie ſich die Radii dieſer Zirkelbögen gegeneinander verhalten, das heißt, wie die Entfernungen vom Mittelpunkte des Spiegels.

I. **In Convexſpiegeln** muß alſo das Bild allemal kleiner ſeyn, als das Obbjekt (§. 322.).

II. **In Planſpiegeln** iſt das Bild und das Objekt gleich groß, weil der Mittelpunkt unendlich weit entfernet iſt.

III.

III. In Hohlſpiegeln wird das Bild verſchiedene Größen haben, nach der Beſtimmung des Focus in dieſer oder jener Entfernung von dem Mittelpunkte.

IV. Das Sonnebild muß in einem Concavſpiegel ſehr klein werden; denn die Sonneſtralen ſind parallel, und werden in dem halben Radius verſammelt (§. 323. II.): mithin verhält ſich die Größe des Bildes zur Größe der Sonne, wie $\frac{r}{2}$ zur Entfernung der Sonne, welche unendlich groß iſt.

§. 327.

Wenn der Mittelpunkt des Spiegels zwiſchen dem Bilde, und dem Objekte lieget; ſo muß das Bild verkehrt, im widrigen Falle aber aufrecht abgemalen werden; denn in dieſem Falle werden ſich die Stralen von verſchiedenen Theilen des Objektes im Centrum durchkreuzen, und die von den untern Theilen in die Höhe, die von der linken Seite zur rechten hinbewegt werden, das iſt, das Objekt muß verkehrt erſcheinen; im Gegentheile, wo dieſes Durchkreuzen der Stralen nicht Platz hat, da muß das Bild aufrecht ſtehen.

I. In Convex- und Planſpiegeln muß das Bild allezeit aufrecht ſeyn.

II. In Hohlſpiegeln aber iſt es nach der verſchiedenen Lage des Mittelpunktes bald aufrecht, bald verkehrt.

§. 328.

Ordentlich und Proportionirt iſt das Bild in dem Spiegel, wenn die Theile des Objektes durchaus gleichweit von dem Centrum des Spiegels entfernet, und mit der Fläche des Spiegels parallel ſind; denn, wenn dieſes iſt, ſo werden die Theile in ihrer gehörigen Ordnung, und proportionirten Entfernung von dem Spiegel, mit dem ſie parallel ſind, abgebildet werden; weil die Größe, und Entfernung des Bildes, und eines jeden Theiles deſſelben bey dem nämlichen Spiegel nur von der Entfernung des Objektes, und deſſen Theilen abhängt (§. 326.).

I. **Alle Zirkelflächen, die mit dem Spiegel das nämliche Centrum haben, müſſen ordentlich gebildet werden,** nicht aber große ebene Objekte.

II. In **Planſpiegeln** wird jedes Objekt ordentlich erſcheinen, weil ihr Radius unendlich groß, und eben darum die Entfernung aller Theile vom Mittelpunkte gleich weit iſt.

III. Auch in **Concav**- und **Converſpiegeln** wird ein flaches Objekt noch ordentlich erſcheinen, wenn es eine große Entfernung, oder eine ganz kleine Ausdehnung hat; denn in beyden Fällen iſt die Entfernung aller Theile faſt die nämliche.

Grund-

Grundſätze aus der Dioptrik.

§. 329.

Wenn das Verhältniß der Sinußen von dem Neigungs- und Brechungswinkel = m : n bekannt iſt; ſo läßt ſich der Weg des Lichtſtrales durch einen durchſichtigen, und durchaus gleichartigen Mittelkörper, wie dieſer übrigens immer mag geſtaltet ſeyn, und unter was immer für einen Winkel der Stral auffällt, durch Zeichnung finden. Ich will die Weiſe ſolches zu berichtigen, nur in einem Beyſpiele zeigen. Es ſey (Fig. XXII.) bEDB der Durchſchnitt eines Converglaſes, ſeine Achſe AF, der Radius der gewölbten Seite DB ſey CB, und der Radius der andern Seite CE. Der leuchtende Punkt ſey in A, aus dem ein Lichtſtral AD in D auffällt, der wenn ihm nichts im Wege ſtünde, nach S gerade fortfahren würde. Man verlängere den Radius $C'D$ über D hinaus, und beſchreibe mit dem beliebigen Radius DM einen Bogen, und ziehe die Linie $M'M$ ſenkrecht auf DM: ſo iſt $M'M$ der Sinus vom Neigungswinkel $M'DM = SDC'$. Nun theile man MM' in N ſo, daß $M'M : MN = m : n$ werde, und ziehe NN' mit DM parallel; ſo iſt $N'N'' = NM$ der Sinus des Brechungswinkels $N''DN' = C'Dn'$, und DE der Weg, den der Lichtſtral durch das Glas nimmt. Dieſer würde nun, wenn er nicht neuerdings gebrochen würde, nach n'' hingehen; er wird aber beym Ausgange abermal gebrochen. Damit man alſo ſeinen Weg ferner beſtimmen möge, verlängere man CE über E hinaus, und beſchreibe abermal mit dem Radius En' von beliebiger

Länge

Länge einen Bogen, ziehe von n' aus eine Linie $n'n$ ſenkrecht auf En; ſo iſt nn' der Sinus des Neigungswinkels nEn' beym Ausgange des Strales. Man verlängere nun ferner nn' in m ſo, daß $nn' : mn = m : n$ ſey, und ziehe mm' mit nm'' parallel, ſo wird $m'm'' = mn$ der Sinus vom Brechungswinkel nEm' ſeyn, und der Lichtſtral von E durch m' gehen, und in F ſich mit der Achſe AF vereinigen, folglich F der Brennpunkt ſeyn.

I. Da ſich dieſe Zeichnung nicht nur bey convexen, ſondern auch bey concaven und andern Gläſern machen läßt, allein mit dem Unterſchiede (wie man es ſelbſt an der Weiſe zu zeichnen abnehmen kann) daß der Brennpunkt bey einigen auf die andere Seite kömmt, und negativ wird; ſo iſt der Satz allgemein, **daß man den Brennpunkt von einem jeden Glaſe durch die Zeichnung finden kann.**

II. Man ſieht auch aus dieſer Zeichnung, daß, wenn **das Objekt im Brennpunkte einer Linſe,** von welcher Convexität dieſe immer ſeyn mag, **ſtehet;** die Stralen des Objekts ſo gebrochen werden, daß ſie auf die nämliche Weiſe, und unter dem nämlichen Winkel ausgehen, wie ſie hätten auffallen müſſen, um in dieſem Brennpunkte verſammelt zu werden.

* Es läßt ſich zwar eben das auch durch die Berechnung finden; allein die allgemeine Formel iſt ſehr zuſammengeſetzt, und von Anfängern nicht ohne große Beſchwerniß zu faſſen; darum will ich mich hier auch mit der Zeichnung allein begnügen. Man kann die analyti-

 ſche

ſche Beſtimmung in mathematiſchen Büchern (z. B. in H. Robert Smiths Lehrbegriff der Optik von H. Käſtner ausgearbeitet, 2. B. 2. Th. I. Kap. P. Mako Phyſ. P. II. S. I. C. XV. In Spenglers Optik 2. Kap. II. Abſchn. ꝛc.) überall finden. Zum Ueberfluße will ich dennoch einen einigen ſonderbaren Fall berechnen, blos um zu zeigen, wie die Sache im allgemeinen behandelt werde.

§. 330.

Wenn die Lichtſtralen auf ein planconvexes Glas zunächſt an der Achſe deſſelben parallel auffallen, ſo iſt die Entfernung des Brennpunktes zum Radius = 2 : 1. Es falle der Stral Gg (Fig. XXIII.) auf das planconvexe Glas ABD, deſſen Radius CE, und die Achſe CF iſt; ſo wird CEG = KEg der Neigungswinkel, und Cn deſſen Sinus ſeyn, wenn man CE für den ganzen Sinus annimmt. Der Brechungswinkel iſt KEF = HEC, und deſſen Sinus Cm. Das Verhältniß des Neigungswinkels zum Brechungswinkel iſt m : n. Es erhält alſo dieſe Proportion ihre Richtigkeit Cm : Cn = n : m, oder da vom Glaſe allein die Rede iſt Cm : Cn = 3 : 2. Weil Gg der Achſe ſehr nahe iſt, ſo kann man Cm = CH, und Cn = Er annehmen, und r wird in D hinfallen, auch FD = Fr ſeyn. Folglich verhält ſich m : n oder mC : nC = HC : nC und HC : Er = CF : FD = m : n und im Glaſe 3 : 2. Es iſt alſo CD : DF = 1 : 2 und f = 2 r.

§. 331.

§. 331.

Weiſe, die Brennweite praktiſch zu finden. Man fängt mit einem **convexen Glaſe** die Stralen von der Sonne, oder auch einem erleuchteten Objekte auf, und verſuchet mit einem weißen Papiere hinter dem Glaſe, in welcher Entfernung dieſe Stralen die kleinſte Zirkelfläche, oder das erleuchtete Objekt am deutlichſten abmalen; eben dieſe Entfernung iſt der Focus; denn nur im Focus vereinigen ſich die Stralen, und nur eben in demſelben kann das Bild deutlich abgemalet werden.

2.) Will man aber **den Focus** eines **concavgeſchliffenen Glaſes** finden, ſo ſchneide man aus einem ſtarken Papiere einen Zirkel aus, deſſen Radius um etwas kleiner, als jener der Concavität des Glaſes iſt, und pappe ihn auf das Converglas hin. Ferner zeichne man auf ein anderes Papier mit dem doppelten Radius des vorigen Zirkels einen neuen Zirkel: laſſe die Sonnenſtralen durch das Glas auf das Papier hinfallen: und fahre mit dem auf das Papier gezeichneten Zirkel ſo lange hin und her, bis das gebrochene Licht den Zirkel vollkommen ausfüllet. Man meſſe ſodann die Entfernung des Glaſes von dem Papiere; und der Brennpunkt wird ſich eben ſo weit vor dem Glaſe befinden, als das Papier hinter demſelben war. Denn die durch das Glas gebrochenen Stralen bilden einen abgekürzten Konus, deſſen Spitze der Focus iſt; dieſer muß alſo ſo weit von dem Glaſe auf der Einfallsſeite entfernet ſeyn, als der Zirkel, welcher die doppelte Größe des Concavitätszirkels hat, von der hintern Seite des Glaſes eintfernet iſt; indem ſich die Zirkelflächen eines Konus wie ihre Abſtände vom Spitze deſſelben verhalten.

* Weil aber die Lichttheilchen unter ſich ungleich gebrochen werden (§. 289.) und z. B. die blauen, welche eine größere Refraktion leiden, früher im Focus zuſammentretten, als die rothen, ſo muß dieſe Ungleichheit in dem Bilde nothwendig eine Undeutlichkeit verurſachen. Dieſe Undeutlichkeit iſt nach Verſchiedenheit der Gläſer verſchieden, weil nämlich gewiſſe Gattungen der Gläſer einige Farben mehr zerſtreuen, als andere. Der berühmte Engelländer H. Dollond hat dieſem Uebel abzuhelfen geſucht: er fand zwo Gattungen der Gläſer, das Crownglas, und das Flintglas, in welchem der Unterſchied = 2 : 3 war: dieſe zwo Gattungen der Gläſer vereinigte er, und gab jedem eine beſondere Geſtalt ſo, daß er den Fehler, der aus der Sphäricität entſpringen müßte, verbeſſerte, und durch beyde Gläſer von ungleichen Radiis einen gemeinſchaftlichen Focus erhielt, in welchem ſich auch die Lichttheilchen von ungleicher Art vereinigten.

An dieſer Sache haben die größten Männer gearbeitet, und es darinne auch wirklich ſo weit gebracht, als es nur immer möglich iſt. Man kann den Hergang und den Erfolg aller Unterſuchungen im Kurzen leſen in der Aſtronomie des H. la Lande (*a*).

Die Formeln, nach denen man die Gläſer wählen, und bearbeiten ſoll, ſindet man bey Eulern (*b*), H. von Alem=

(*a*) Aſtronomie T. II. Liv. XIII. pag. 837.
(*b*) Mem. de Berlin T. III. und in ſeiner Dioptrik.

Alembert (*c*), Clairaut (*d*), Boscovich (*e*), und vielen andern Auctoren, die von der Optik geſchrieben haben (*f*).

* * Aus dieſen Gründen der Dioptrik, und den vorgehenden der Katoptrik wird die Lehre von Verfertigung der Brennſpiegel, Brennringen und Brenngläſer hergeleitet. Die Wirkungen derſelben müſſen aus dem 246, und 247 §§. erkläret werden. Was in den Spiegeln die paraboliſche Figur beytrage: warum das Feuer, das in dem Focus eines paraboliſchen Spiegels ſtehet, einen Körper entzünde, welcher ſich in dem Focus eines andern parallel in gerader Linie gegenüberſtehenden paraboliſchen Spiegels befindet: was von dem archimediſchen Spiegel, und von der Entzündung der römiſchen Schifflotte zuhalten ſey, wie die Brenngläſer von Tſchirnhauſen, in unſern letzten Zeiten ſeyen verbeſſert worden, wird die Materie einer öffentlichen Erklärung ausmachen.

Grundſätze der Optik.

§. 332.

Anatomiſche Beſchreibung des Auges.

Das Aug iſt aus dreyen zerſchiedenen Häuten, und eben ſo vielen

(*c*) Opuſcules Mathém. T. III.

(*d*) Memoir. de l'Acad. de Paris 1755. 1756. 1757. 1764. 1765. 1767.

(*e*) Diſſert. V. ad Dioptricam pertinentes Vindobonæ 1764.

(*f*) Scherfer von Verbeſſerung der dioptriſchen Fernröhren aus dem Lateiniſchen überſetzt, Leipzig. 1764.

vielen Feuchtigkeiten zuſammengeſetzt. I. Die äußerſte und eigentliche Haut des Auges wird die **harte Haut** (Sclerotica) genannt, deren Vordertheil A A (Fig. XXIV.) ein Stück von einer kleinern, mehr gekrümmten Sphäre iſt; daß alſo das Auge (bulbus oculi) nicht vollkommen rund ſeyn kann. Dieſer Vordertheil heißt die **Hornhaut** (cornea) weil er wegen ſeiner Durchſichtigkeit mit dem Horne eine Aehnlichkeit hat. 2.) Unter der harten Haut liegt eine andere, **aderichte** Haut, die bey dem Menſchen **ſchwarz** iſt (chorois); dieſe verläßt an dem vordern Theile bey I I die Hornhaut, und bildet den **Regenbogen** (Iridem) von verſchiedenen Farben, welche nicht in allen Augen die nämlichen ſind. Faſt in der Mitte des Auges, jedoch mehr gegen die Naſe, iſt eine runde Oeffnung, die man den **Augapfel** (pupillam) nennet. Der Regenbogen aber ſelbſt beſteht theils aus kreiſeförmigen, theils aus geradelinigten Faſern, wovon die letztern alle auf den Mittelpunkt des Auges hinzielen, und Werkzeuge ſind, durch welche die Oeffnung bey der verſchiedenen Stärke, und Schwäche des Lichtes itzt zuſammengezogen, itzt erweitert wird. 3.) Die dritte Haut iſt das ſogenannte Netzhäutchen V V (Retina), welches nichts anders iſt, als eine Ausbreitung des Sehnervens, oder ein Gewebe von ſehr kleinen Nervchen, in die ſich der Sehnerve endiget. II. Dieſe Häute ſchließen durchſichtige Feuchtigkeiten von dreyerley Art ein. 1.) Der erſte, und äußerſte Raum vor und noch hinter dem Augapfel iſt mit einer vollkommen flüßigen Materie erfüllt, welche die **wäſſerichte Feuchtigkeit** (humor aqueus) genannt wird. 2.) Auf dieſe folgt eine linſenförmige, durchſichtige Materie a c b deren Hintertheil mehr convex iſt, als der Vordertheil, und die an Härte

dem

dem Weißen eines hartgeſottenen Eyes gleicht: ſie iſt mit der aderichten ſchwarzen Haut durch ringsherum ausgebreitete Faſern c c verbunden: und heißt die kryſtallene Feuchtigkeit. 3.) Den ganzen übrigen Raum füllt die glasartige Feuchtigkeit (humor vitreus) aus, welche ebenfalls durchſichtig, und dem Eyerklar eines friſchen ungeſottenen Eyes ähnlich iſt.

Folgeſätze. I. Wenn die Stralen von einem lichten Punkte entweder parallel oder unter einem ſehr kleinen Winkel auf das Auge hinfallen: ſo müſſen ſie 1.) in der Hornhaut, 2.) in der wäſſerichten Feuchtigkeit, 3.) ſonderbar aber bey dem Eingange in die kryſtallene, 4.) und bey dem Uebergange in die glasartige Feuchtigkeit ſo gebrochen werden, daß ſie ſich nach einiger Entfernung vereinigen; denn in dem ganzen Pinſel der Stralen, die in das Aug durch die kleine Oeffnung eintretten, kann nur ein einziger, die Achſe nämlich, ſenkrecht ſeyn: alle übrigen aber gehen viermal ſchief in ungleichartige Mittelkörper: mithin müſſen ſie gegen die Achſe gebrochen, und mit ihr vereiniget werden (§§. 280. — 282. 329. — 331.).

II. Geſchieht dieſe Vereinigung in dem Grunde des Auges auf dem Netzhäutchen, ſo muß dort das Bild von dem lichten Punkte abgemalt werden, welche Farbe dieſer auch immer haben mag.

III. Werden die Stralen von jedem Punkte eines ganzen Objektes auf dem Netze alſo vereiniget; ſo muß das ganze Objekt deutlich abgebildet werden.

IV. Das Bild von dem Objekte muß in dem Auge umgekehrt ſeyn; denn die Stralen aus D (Fig. XXV.

III. Th.

III. Th. T. III.) müſſen die Stralen aus E in C durchkreuzen, wenn ſie anders durch den Augapfel gehen ſollen; mithin müſſen die Stralen von den untern Theilen des Objektes auf der obern, und die von den obern Theilen auf der untern Seite des Auges entworfen werden.

V. Dieſes Bild wird **ſehr ordentlich** ſeyn, wenn die Vereinigungspunkte genau, und vollkommen auf das Netzchen fallen; weil alsdann die Entfernung der Theile im Bilde mit jener im Objekte ein genaues Verhältniß haben wird. Dieſes vollkommen einzuſehen, ſetzen wir (Fig. XXV.) ein Objekt DE, von welchem die Linien DC, EC, AC, BC, OC als ſoviele Achſen ausgehen (§. 320.): weil dieſe ſenkrecht auf das Auge auffallen (eben daſelbſt), werden ſie nicht gebrochen. DC ſtoßt alſo auf d hin; und, wenn die übrigen Stralen aus dem Punkte D in d verſammelt werden, ſo wird das Bild von dieſem Punkte in d abgemalet: desgleichen der Punkt E in e, B in b, A in a ꝛc. Nun aber iſt der Winkel DCE = dCe, und jeder andere ACO ꝛc. = aCo ꝛc. und der kleine Theil des Auges ed kann dem Objekte parallel angenommen werden. Es iſt alſo auch der DEC = deC, DAC = daC; folglich ſind dieſe Dreyecke alle ähnlich, und da : de = DA : DE, und weil dieſes von jedem Theile des Bildes gilt: ſo folgt nothwendig, daß das Bild dem Objekte ähnlich, und ordentlich ſey.

VI. Wenn mehrere Objekte gleichweit von dem Auge entfernet ſind, ſo verhält ſich die **Größe der Bilder im Auge** gegeneinander, wie die **Größe der Objekte.** Die Größe eines jeden **Bildes** aber verhält ſich zur Größe ſeines **Objektes**, wie die Entfernung des Bil-

des

des vom **Durchkreuzungspunkte**, zur Entfernung des Objektes von eben dieſem Punkte; denn auch oC : OC = de : DE.

VII. Wenn die Entfernungen zerſchieden ſind, und die Größen der Objekte mit den Entfernungen in gleicher Proportion wachſen; ſo müſſen im Auge die Bilder gleich groß ſeyn.

VIII. Sind die Entfernungen gleich großer Objekte ungleich; ſo ſteht die Größe der Abbildungen mit der Entfernung der Objekte im verkehrten Verhältniſſe; denn es iſt (Fig. XXVI.) der Triangel $ACB \backsim aCb$ und $GCH \backsim gCh$ mithin verhält ſich

$AB : ab = MC : mC$ Und weil

$GH = AB$, iſt auch

GH oder $AB : gh = NC : mC$: mithin

$$AB \cdot mC = ab \cdot MC$$

$$\underline{AB \cdot mC = gh \cdot NC} \text{ und}$$

$$ab \cdot MC = gh \cdot NC; \text{ folglich}$$

$$ab : gh = NC : MC.$$

Wenn ich nun die Entfernung des Objektes AB durch D, das Bild davon durch I, die Entfernung und das Bild des Objektes GH aber durch d und i ausdrücke, ſo iſt $I : i = d : D$.

IX. Weil ſich ferner die Bilder im Auge gegeneinander wie die Objekte ſelbſt verhalten (VI.), ſo wird (wenn ich die Objekte O und o nenne) $I : i = \frac{O}{D} : \frac{o}{d}$ ſeyn.

* Dieß gilt aber nur, wenn das Objekt dem Auge gerade entgegen ſtehet; liegt das Objekt ſchief, z. B. das

Objekt

Objekt ac (Fig. XXVII.) gegen O, ſo kann das Bild nicht größer erſcheinen, als wenn es von ab entſtünde.

§. 333.

Der **Sehwinkel** (angulus opticus) heißt derjenige, welchen die Stralen von den äußerſten Theilen des Objektes im Auge machen.

X. Was wir von der Größe des Bildes bewieſen haben; iſt auch von dem **Sehwinkel** zu verſtehen; denn **dieſer verhält ſich, wie die Größe des Bildes im Auge** (vorg. §. VI.). Es ſteht alſo auch der Sehwinkel mit der Größe des Objektes im geraden, und mit der Entfernung deſſelben im umgekehrten Verhältniſſe (§. vorgeh. IX.).

XI. So lange das Aug, und das Objekt zugleich ruhen, muß auch das Bild an dem nämlichen Orte im Auge bleiben. Wird aber eines, oder auch beyde miteinander, jedoch nach ungleichen Richtungen, oder doch mit ungleicher Geſchwindigkeit **bewegt;** ſo muß auch das Bild in dem Auge von einem Orte in das andere wandern.

XII. Das Bild iſt endlich **klar** und **lebhaft**, oder aber **matt**, je mehrere oder wenigere Stralen von jedem Punkte des Objektes ins Auge kommen.

XIII. Wegen der Entfernung des Objektes allein, und für ſich betrachtet, verliert die Lebhaftigkeit im Auge nichts; denn in eben jenem Verhältniſſe, in welchem das Licht wegen der Entfernung des Objektes abnimmt, nimmt auch die Größe des Bildes ab; jeder Theil des Bildes wird alſo von gleich vielen Stralen gemalet.

XIV. Doch muß ein **mehr entferntes Objekt matter** erſcheinen, weil ſich vieles Licht in der Atmoſpäre durch die Reflexion und Refraktion verlieret.

§. 334.

Fernere Beobachtungen. 1.) Der Bau, und die Einrichtung eines Ochſenauges kömmt mit dem Baue eines Menſchenauges vollkommen übereins. 2.) Wenn man von dem Hintertheile eines friſchen Ochſenauges die zwo äußerſten Häute ablöſet, ſo daß das Netzhäutchen unbeſchädigt bleibet, und wenn man dieſes Aug alsdann einem Objekte entgegenhält, ſo erſcheint dieſes Objekt auf dem Netze zwar umgekehrt, jedoch ganz deutlich abgemalet. 3.) Dieſes Gemälde wird undeutlich, wenn man das Objekt ganz nahe an das Aug hinbewegt.

I. Es läßt ſich alſo nimmer vernünftig zweifeln, daß auch in dem Menſchenauge das Objekt in der That auf dem Netzchen entworfen werde, und daß ſich alle Umſtände bey dem Sehen gerade ſo verhalten, wie wir es (§§. 332. 333.) Bedingnißweiſe angenommen haben.

II. Es muß alſo auch nach Verſchiedenheit des Bildes die Wirkung deſſelben auf die Nerven, aus denen das Netz zuſammengewebt iſt, gleichfalls verſchieden ſeyn.

III. Ein dem freyen Auge gar zu nahes Objekt kann nicht deutlich geſehen werden. Es muß nämlich nach verſchiedener Beſchaffenheit des Auges 7, 8, 9 bis 10 Zoll abſtehen, damit die Stralen von jedem Punkte unter einen ganz kleinen Winkel durch den Augapſel gehen, und auf dem Netze verſammelt werden (n. 3.).

IV. Weil nach der Lehre einer richtigen Phiſiologie (a) alle Empfindungen durch die Nerven geſchehen; ſo muß das Sehen durch die Wirkung dieſes Bildes, und die Empfindung der Nervenfaſern, auf denen das Bild entworfen wird, erkläret werden.

V. Das Objekt muß alſo vollkommen, und deutlich (§. 332. Folgeſ. II. III.) ordentlich, (V.): groß, oder klein (VI. VII. VIII. IX.): ruhig, oder bewegt (XI.), und endlich lebhaft oder matt (XII.), nach Beſchaffenheit des Bildes in dem Auge, geſehen werden.

* Mariotte mit vielen andern Naturkündigern behauptet: das Sehen geſchehe nicht durch das Netzhäutchen, ſondern durch die darunter liegende Chorois, oder ſchwarze Haut. Seine wichtigſten Gründe ſind dieſe: 1.) Weil das Netzchen ſehr viele Stralen durchläßt, die nicht umſonſt auf die ſchwarze Haut hinſtoſſen. 2.) Weil ſich jener Theil des Objektes verliert, von welchem die Stralen nicht auf die Chorois auffallen; indem dieſe nicht den ganzen Grund des Auges bedeckt, ſondern dort, wo der Sehnerve (nervus opticus) durchgehet, eine Oeffnung hat, und die Stralen durchläßt. Dieſe beeden Gründe beſeſtiget er durch vielerley Verſuche; ſie entſcheiden aber, wie michs deucht, die Sache noch lange nicht; denn 1.) auf dem Netze wird das Bild deſſen ungeachtet abgemalet, ob gleich einige Stralen durchgehen (Beob. I. II.), und die Choroiſ ſelbſt kann nach Meinung des H. de la Hire, eben den an ihr anliegenden Nervenfaſern den Eindruck der auf ſie ſtoſſenden Licht=

(a) Elementa Phyſiol. Ill. Halleri T. IV.

Lichttheilchen mittheilen, und die Empfindung ſtärker machen. 2.) Warum auf demjenigen Theile des Auges keine Empfindung möglich iſt, wo der Sehnerve durchgehet, das kömmt nicht von der Oeffnung der Choroïs an dieſem Orte her, ſondern, weil nur die ſchon auseinander gewickelten, nicht aber die im Sehnerven vereinigten Faſern zur Empfindung aufgelegt ſind.

** Damit ich nun auch andern Einwendungen bevorkomme, muß ich noch einige Sätze erläutern, wozu uns die Beobachtungen abermal die beſten Dienſte thun ſollen.

§. 335.

Beobachtungen des H. Cheſelden (a).

I. Ein Jüngling, der vom Mutterleibe her blind war, doch ſo (wie es auch die meiſten ſind, deren kryſtallene Feuchtigkeit verdorben iſt), daß er zwar beym ſtarken Lichte die Farben, und eben darum auch einigermaſſen Licht und Finſterniß, aber gar nicht die Geſtalten der Sachen unterſcheiden konnte; nachdem ihm der Stahr glücklich geſtochen worden, und er zu ſehen anfieng, wußte 1.) von der Entferung gar nicht zu urtheilen: er glaubte alles, was er ſähe, berühre ſein Auge ſo, wie das, was er fühlte, ſeine Haut. 2.) Er kannte von keiner Sache die Geſtalt: daher es kam, daß er die Sachen voneinander ſehr hart zu unterſcheiden vermochte. 3.) Die Gemälde ſah er als buntſcheckichte Flächen an, und erſt nach einer Zeit von zween Monaten entdeckte er plötzlich, daß ſie Körper, Erhöhungen, und Vertiefungen vorſtellten; aber auch

(a) Transact. phil. n. 402.

auch da war er noch erſtaunt, daß ſie ſich anders fühlen, als ſehen ließen: er fragte, welcher aus ſeinen Sinnen, das Geſicht, oder das Gefühl der Betrüger wäre. 4.) Die Größen der Dinge wußte er gar nicht zu beurtheilen, viel minder konnte er faſſen, wie ſich ein großes Objekt, z. B. das Geſicht ſeines Vaters in einem kleinen Raume vorſtellen ließ: ſo wollte er auch nicht begreifen, warum das Zimmer, ob er auch ſchon wußte, daß es ein Theil des Hauſes ſey, nicht ſo groß, als das Haus ſelbſt wäre. 5.) Nach einer geraumen Zeit aber urtheilte er von Entfernung, Größe, und Figur ſo richtig, als jedweder Menſch. II. Was Cheſelden an dieſem Jünglinge beobachtet hat, das erfuhr er auch bey verſchiedenen andern, die ſich nicht erinnerten, jemals geſehen zu haben, da er ihnen wieder zum Geſichte geholfen hat. III. Ferner erzählte er (a) von jemanden, dem das Aug durch einen Schlag auf den Kopf, verdrücket worden iſt, daß ihm alle Dinge doppelt vorgekommen ſeyn; nach und nach aber habe er die gemeinſten, und endlich auch alle Gegenſtände nur einfach geſehen, obſchon die Verdrückung immer geblieben iſt.

§. 336.

Folgeſätze. I. Aus der Größe des Bildes im Auge, oder, was eines iſt, aus dem optiſchen Winkel allein läßt ſich weder die Größe, noch 2.) die Entfernung, noch

---

(a) Anatomie pag. 324. III. Aufl.
Sieh auch Element. Phyſ. des H. von Haller T. V. L. XVI. Sect. IV. §. XXVIII.

noch auch 3.) die Figur des Objektes beſtimmen. Die Größe des Bildes war anfangs, und, nach einigem Zeitverlaufe in dem Auge des jungen Menſchen immer die nämliche, und dennoch konnte er die Größe des Objektes erſt aus der Erfahrung beſtimmen (vorgeh. §. n. 4. 5.). Eben dieß verſteht ſich auch von der Entfernung (ebendaſelbſt n. 1. 5.) und von der Figur (n. 2. 3. 5.).

II. Daß wir ein Objekt mit zweyen Augen nur einfach ſehen, iſt auch größtentheils der Erfahrung zuzuſchreiben; denn nur dieſe hat uns durch Hilfe des Gefühls gelehret, daß, als oft die Bilder auf zuſammengehörige, d. i. auf die in beyden Augen von der Achſe gleich abſtehende Theile fallen, und eben darum die Geſichtsachſen auf einen Punkt zuſammenſtoſſen, das Objekt nur einfach ſey (vorg. Beob. III.).

III. Eben dieſe Erfahrung iſt die wahre Urſache, daß wir das Objekt aufrecht ſehen, obgleich deſſen Bild im Auge umgekehrt iſt; denn dieſe hat uns ſchon vom Anfange der erſten Empfindungen überführet: daß jener Theil des Objektes den oberſten Ort behaupte, der im Auge den unterſten einnimmt. Gewiß, wenn das Bild in unſerm Auge allezeit aufrecht wäre gemalt worden, würde uns das Gefühl belehret haben: jene Objekte ſeyen aufrecht, deren Bild im Auge gleichfalls aufrecht iſt.

IV. Wenn uns die Entfernung der Objekte nicht zuvor ſchon bekannt iſt, ſo werden wir diejenigen allemal für größer halten, die wir undeutlicher ſehen; denn durch die Erfahrung belehret, eignen wir dem undeutlichen Gegenſtande eine größere Entfernung zu, als ihm wirklich zukömmt; da nun dieſer, ungeachtet ſeiner Undeutlichkeit, dennoch unter einem gleich

großen Winkel erſcheint, als er erſcheinen würde, wenn wir ihn deutlich ſähen, ſo glauben wir, daß er größer ſey, als er in der That iſt.

V. Eben dieß widerfährt uns auch allemal, als oft wir durch einen Scheinbetrug, woher dieſer auch immer entſtehen mag, das Objekt weiter entfernt zu ſeyn glauben: und ſo im Gegentheile kommen uns die Gegenſtände kleiner vor, wenn wir ihre Entfernung nicht genugſam bemerken.

* Darum ſcheinen Sonne und Mond, und die Geſtirne größer am Horizonte, als in der Mittagsgegend zu ſeyn. 2.) Darum kommen uns die Gegenſtände bey der Nacht, oder im Nebel größer vor, weil wir ihre Entfernung entweder nicht wiſſen, oder eben itzt außer Acht laſſen. 3.) Eben darum erſcheinen die Leute von einem Thurme, oder hohen Berge ſehr klein, und kleiner, als ſie in eben der Entfernung auf einer Ebne erſcheinen.

IV. Die Entfernung der Gegenſtände endlich beurtheilt man aus der Menge der Körper, die zwiſchen ihnen und dem Auge ſtehen; 2.) Aus der Lebhaſtigkeit, und Mattigkeit der Farben, und aus der Größe des Winkels, unter welchem die Objekte geſehen werden; doch muß in dieſem dritten Falle die Größe des Objektes ſchon vorhinein bekannt ſeyn. Auch in dieſem Urtheile iſt die Erfahrung die größte Lehrmeiſterinn.

* Nehmen wir dieß, und was wir ſchon oben (§. 232. 233.) gemeldet haben, zuſammen, ſo iſt es leicht zu begreifen, 1.) warum ſich zwo parallellaufende Linien, oder Flächen immer mehr zu nähern, 2.) ein langer

Gang,

Gang, oder eine horizontale Ebene ſich zu erheben, die Decke hingegen eines großen Saales zuſinken, 3.) die Wolken gewölbt zu ſeyn, und 4.) ein Thurm ſeitwärts zu hangen ſcheine ꝛc. Denn die mehr entfernten Theile erſcheinen immer unter einem kleinern Winkel, den ſie entweder untereinander, oder aber mit einer Linie machen, die durch den Mittelpunkt unſers Auges ſenkrecht hingehet.

Anwendung der bisherigen Sätze auf die Mikroſcope.

§. 337.

Ein Mikroſcop iſt ein Inſtrument, vermittels deſſen wir die kleinen dem freyen Auge unbemerklichen Gegenſtände vergrößert, und deutlich ſehen.

§. 338.

Durch ein Linſenglas wird ein unmerklich kleines Objekt deutlich, und 2.) ſo vergrößert geſehen, daß ſich die Größe, in der wir es mit freyem Auge ſehen, zur Größe durch das Linſe verhält, wie die Brennweite der Linſe zu (beyläufig) acht Zollen. Die Stralen von jedem Punkte des Objektes, das in dem Brennpunkte der Linſe iſt, gehen wo nicht parallel, doch unter einem ſehr kleinen Winkel aus der Linſe in das Aug (§. 329. II.): mithin muß das Objekt deutlich werden (§. 334. V.). 2.) Das Aug welches gleich hinter

Linſe iſt, kann von dem Objekte keine andere Entfernung haben, als eben die Brennweite der Linſe; ſollte aber eben dieß Objekt mit freyem Auge geſehen werden, müßte es 8 Zoll entfernet ſeyn. Nun aber verhalten ſich die ſcheinbaren Größen, wie die Winkeln, wie die Entfernungen (§. 333.).

Die XXVIII. Figur möchte den Beweis deutlicher machen: AB ſey das Objekt, OC die Entfernung = 8", Oc die Entfernung des Auges vom Mikroſcope: es würde alſo das Objekt in der Entfernung = 8" unter dem Winkel AOB, und durch das Mikroſcop unter dem Winkel aOb geſehen, nun aber die Winkel haben das in dem Satze angegebene Verhältniß (§. 333. X.).

I. Alle Convexgläſer, auch kleine gläſerne Kügelchen ſind alſo eine Art eines Mikroſcopes.

II. Je kleiner die Brennweite des Gläschen iſt, um ſo mehr muß das Objekt vergrößert werden.

§. 339.

Vereiniget man zwey Linſengläſer alſo miteinander, daß das von der erſten Linſe abgemalene Bild des Objektes in dem Brennpunkte der zwoten Linſe zu ſtehen komme: ſo muß das Objekt vermittels dieſer beyden Gläſer deutlich, und vergrößert geſehen werden, wenn es von der erſten Linſe um etwas weiter, als ihr Brennpunkt, entfernet iſt. Deutlich; denn, wenn das Objekt nicht im Brennpunkte der erſten Linſe ſteht, ſo müſſen die Stralen von jedem einzeln Theile des Objektes unter einem, obſchon ganz kleinen Winkel aus

der

der Linſe gehen, folglich hinter ſich derſelben vereinigen, und zuſammen das Objekt deutlich malen, wenn es anders nicht zu groß iſt, als daß alle Theile von der Linſe eine faſt gleiche Entfernung haben. 2.) **Vergrößert** iſt das Bild; denn, weil die Stralen unter einem ganz kleinen Winkel aus der Linſe gehn, ſo werden ſie ſich erſt in einer größern Entfernung vereinigen, folglich die Stralen der beyden äuſſerſten, ja auch aller gleichabſtehenden Theile des Objektes immer mehr und mehr auseinander gehn, und das Bild nothwendig vergrößern. 3.) Wird nun eine zwote Linſe ſo angewendet, daß das von der erſten Linſe gemalene Bild, in den Brennpunkt der zwoten zu ſtehen komme; ſo muß durch dieſe das Bild nicht anders geſehen werden, als wie wir im vorg. §. das Objekt mit einer Linſe ſahen: allein mit dem Unterſchiede, daß es verkehrt erſcheine, weil es auch von der erſten Linſe ſo gemalet wird.

* Damit die Stralen nach der erſten Linſe früher und häufiger verſammelt werden, bedient man ſich einer dritten Linſe, welche nach der erſten ihren Ort erhält, damit ſie die Stralen mehr ſammle, und in einer kleinern Entfernung vereinige. Es kann auch aus gleicher Urſache eine vierte zwiſchen dem Bilde, und dem Ocularglaſe angewandt werden.

** Wie ſehr das Objekt durch jedes Mikroſcop vergrößert werde, wird praktiſch beſtimmt, indem man etwa eine Linie durch daſſelbe betrachtet, und mit dem andern und freyen Auge einen Zirkel ſo öffnet, daß er der Linie, wie man ſelbe durch das Mikroſcop ſieht, gleich komme. Denn auf dieſe Weiſe erhält man die Vergrößerung des Durchmeſſers: das Quadrat des Durchmeſſers giebt die vergrößerte Fläche, und der Cubus den ganzen Körper in ſeiner Vergrößerung.

 *** Uebri-

* * * Uebrigens nennt man ein Mikroſcop ein einfaches, das aus einer einzigen Linſe (§. 338.) und ein zuſammengeſetztes, das aus mehrern Linſen beſteht (§. gegenw.).

§. 340.

Durch das **Sonnemikroſcop** wird ein von der Sonne erleuchtetes Objekt in einem finſtern Orte auf einer entgegenſtehenden weißen Tafel deutlich abgemalt. Bey dieſem Mikroſcope erhält man durch die innerſte, und letzte Linſe vollkommen eben das, was wir im vorgeh. §. bey dem zuſammengeſetzten Mikroſcope von der erſten Linſe erhalten haben. Damit aber das Objekt deutlich auf der entgegenſtehenden weißen Tafel abgemalt werde, ſo muß es 1.) **genug erleuchtet**, und 2.) **durchſichtig** ſeyn. 3.) Den **Ort**, in welchen das Licht einfällt, muß man wohl **verfinſtern**, und 4.) die weiße Tafel in diejenige **Entfernung** ſtellen, in welcher die Stralen eines jeden Punktes von dem Objekte vereréiniget werden. Das erſte erhält man durch einen beweglichen **Spiegel**, und durch ein **Collectivglas**; der Spiegel wird der Sonne vermittels einer zweyfachen Bewegung ſo entgegen geſetzt, daß die von ihm zurückgeprellten Stralen auf das Collectivglas ſenkrecht hinfallen, und durch dieſes in dem Orte, wo das Objekt ſtehet, verſammelt werden. Das Objekt muß aber **durchſichtig** ſeyn, weil das Bild nur von den durchgehenden, nicht von den abgeprellten Stralen gemalet wird. **Der finſtere Ort** endlich ſchließt alles fremde Licht aus, das die Deutlichkeit des Bildes mindern könnte; und die angegebene **Entfernung der Tafel** iſt nothwendig, weil es in jeder andern Entfernung eine Verwirrung im Bilde abgäbe.

I. Wie

I. Wie grôßer die Entfernung iſt, in der ſich die Stralen von allen einzelnen Punkten vereinigen, um deſto **grôßer** iſt das Gemälde auf der entgegenſtehenden Tafel.

II. Die **Deutlichkeit** des Bildes aber wächſt, je durchſichtiger, je mehr erleuchtet das Objekt, und je gleicher die Entfernung der Theile des Objektes von der Linſe iſt.

§. 341.

Die ſogenannte **Zauberlatern** (Laterna magica) hat mit dem Sonnemikroſcope eine groſse Aehnlichkeit, und durchaus die nämliche Erklärung: was in jenem die Sonneſtralen thun, das bewirken in der Zauberlaterne die Stralen einer Lampe, welche entweder von einem Concavſpiegel hinter dem Lichte, oder durch ein Collectivglas vor dem Lichte geſammelt das durchſichtige Objekt (z. B. auf Glas gemalte Figuren) beleuchten, und in einer Linſe nach dem Objekte ſo gebrochen werden, daß ſie ſich in einer gewiſſen Entfernung auf einer Tafel vereinigen, und das Objekt umgekehrt abmalen. Will man ein aufrechtes Bild erhalten, ſo darf man nur das Objekt verkehrt vor die Linſe ſtellen.

§. 342.

Aus den nämlichen Gründen erklärt man auch die Abbildung der von der Sonne erleuchteten Objekte in einem **finſtern Zimmer** (camera obſcura). Die Stralen kommen von dem erleuchteten Objekte durch eine runde Oeffnung, vor welche ein Converglas angebracht iſt, in das verfinſterte Zimmer: und indem ſie durch die Linſe gebrochen werden, müſſen ſie ſich in dem Brennpunkte derſelben verſammeln, weil ſie wegen der gröſſern Entfernung der Objekte außer dem Zimmer beynahe parallel auf das Glas auffallen.

Von

Von den Dioptriſchen Fernrohren.

§. 343.

Diejenigen Inſtrumente, derer wir uns bedienen, um weit entfernte Gegenſtände deutlich zu ſehen, werden **Fernrohre** (Teleſcopia) genannt. Beſtehn ſie aus lauter durchſichtigen Gläſern, ſo nennt man ſie dioptriſche, oder auch ſchlechtweg Fernrohre. Das erſte Glas, in welchem die Lichtſtralen der Objekte die erſte Aenderung leiden, heißt das **Objektivglas**; die übrigen aber, die das vom Objektivglaſe abgemalte Bild in das Aug bringen, heißen **Oculargläſer**. Man hat drey Gattungen von Fernrohren: das **Holländiſche**, das **Aſtronomiſche**, und das **gemeine** Fernrohr. Von jeder Gattung das Nöthigſte.

§. 344.

Das **Holländiſche Fernrohr** beſtebt aus einem convexen Objektiv- und aus einem concaven Ocularglaſe: die Achſen dieſer Gläſer müſſen eine gerade Linie machen: und die Entfernung des Objektivglaſes vom Ocularglaſe muß der Differenz ihrer Brennweiten gleich ſeyn.

Durch das Holländiſche Fernrohr muß das Objekt 1.) deutlich, und 2.) aufrecht erſcheinen. 3.) Doch kann man durch daſſelbe nur ein ganz kleines Feld zugleich überſehen. Die Stralen aus jedem einzelnen Punkte eines mehr entfernten Objektes fallen bey dieſem Fernrohre auf das convexe Objektivglas beynahe parallel auf, ſie müßten

ſich

ſich alſo im Brennpunkte eben dieſes Glaſes vereinigen; allein, da ihnen, bevor ſie vereiniget werden können, ein concaves Glas in der beſchriebenen Entfernung entgegen ſteht, auf das ſie convergirend auffallen: ſo müſſen ſie von dieſem letztern Glaſe gebrochen, und parallel fortgeſchickt werden; folglich entwerfen ſie in dem Auge ein deutliches Bild von dem Objekte (§. 334. V.). 2.) Dieſes Bild muß aufrecht ſtehen; denn, da die Stralen aus dem Objektivglaſe von der linken Seite gegen die rechte, und von der rechten gegen die linke hingehen: in dem Ocularglaſe aber oder in dem Auge ſelbſt ſich nimmer durchkreuzen: ſo muß der rechte Theil des Objektes auf der linken, der linke aber auf der rechten Seite des Auges und ſo die übrigen gebildet, folglich das Objekt aufrecht geſehen werden. 3.) Endlich gehen die Stralen eines jeden einzelnen Punktes zwar parallel, von zerſchiedenen Punkten aber divergirend aus dem Glaſe; mithin können nur ſehr wenige, und nur dieſe in die kleine Oeffnung des Auges eintretten, welche nächſt bey der Mitte durch das concave Glas gehen; das iſt, man kann durch dieſes Fernrohr nur ein ganz kleines Feld zugleich überſehen.

* Der Beweis ſcheint mir vollſtändig zu ſeyn; doch möchte ihm vielleicht die XXIX. Figur mehrere Deutlichkeit verſchaffen. Es kommen von dem äußerſten, und rechten Theile des Objektes die Stralen A A, von dem linken die Stralen B B parallel auf das Objektivglaſe MM: in dieſem werden ſie gebrochen, und müßten ſich im Brennpunkte a und b verſammeln, folglich das Objekt umgekehrt bilden; da ſie aber von einem concaven Glaſe, welches von dem Converglaſe eine der Differenz ihrer Brennweiten gleiche Entfernung hat, abermal, und zwar vom Perpendikel gebrochen werden: ſo müſſen ſie parallel austretten, und ſo in die Oeffnung des Auges eingehen,

hen, ohne daß ſie ſich ferner durchkreuzen; die Stralen A A werden alſo auf der linken, und B B auf der rechten Seite des Auges verſammelt, und das Bild im Grunde des Auges umgekehrt gemalet: aber eben darum ſehn wir das Objekt aufrecht (§. 336. III.).

§. 345.

Die Größe mit der ein Objekt dem freyem Auge erſcheint, verhält ſich zur Größe, die wir durch das Fernrohr wahrnehmen, wie die Brennweite des Ocular-zur Brennweite des Objektivglaſes; denn mit freyem Auge ſehen wir das Objekt unter dem Winkel ADB = KDP. Durch das Fernrohr aber erſcheint es unter dem Winkel LRS = acb; nun aber verhält ſich die ſcheinbare Größe jedesmal, wie der Sehwinkel (§. 333.); und dieſer wieder, wie rC : rD (eben daſ.).

§. 346.

Das aſtronomiſche Fernrohr hat ein convexes Objektiv- und ein convexes Ocularglas: die Achſen dieſer Gläſer liegen in einer geraden Linie: und ihre Entfernung iſt der Summe ihrer Brenuweiten gleich.

Durch dieſes Fernrohr muß das Objekt 1.) deutlich, 2.) aber verkehrt, und 3.) in einer Größe geſehen werden, die ſich zu jener im freyen Auge verhält, wie die Brennweite des Objektives zur Brennweite

ke des Ocularglaſes. Die parallel auffallenden Stralen (Fig. XXX.) eines jeden Punktes vom Objekte werden in dem Brennpunkte des Objektivglaſes verſammelt; folglich müſſen ſie ſchon hier ein deutliches Bild ab entwerfen. Dieſes Bild ſteht aber auch im Brennpunkte des Ocularglaſes MN, weil die Entfernung der Gläſer der Summe ihrer Brennweiten gleich iſt; es werden alſo hier die Stralen divergirend ausgehen, und durch die Ocularlinſe zur parallelen Richtung gebrochen, und ſo in das Aug gebracht werden: durch parallele Stralen ſehn wir die Objekte aber jedesmal deutlich (§§. 332. I. 334. V.). 2.) Da ſich ferner die Stralen von verſchiedenen Punkten bey dem Objektivglaſe AB durchkreuzen, ſo muß das Bild ab umgekehrt geſehen werden. 3.) Und weil das Objekt dem freyen Auge unter dem Winkel aCb, durch das Fernrohr aber unter MIN = McN erſcheint: dieſe Winkel ſich aber verkehrt, wie die Brennweiten der Gläſer (des Ocular = zu jener des Objektivglaſes) verhalten, ſo müſſen auch die den Winkeln reſpondirenden Größen das nämliche Verhältniß haben, ꝛc.

* Obgleich dieſes Teleſcop nur ein umgekehrtes Bild liefert, ſo verdient es doch bey den aſtronomiſchen Beobachtungen (von denen es auch ſeinen Namen hat) vor dem Holländiſchen einen Vorzug; denn es iſt eben wenig daran gelegen, daß wir die Himmelskörper aufrecht ſehen; und überdas wird der Mangel dadurch genugſam erſetzt, daß man mit dieſem Fernrohre ein weites Feld zugleich überſehen kann; wie dieſes ſchon aus der Figur zu erſehen iſt.

§. 347.

§. 347.

Das **gemeine Fernrohr** iſt aus vier Convexgläſern zuſammengeſetzt, das iſt, aus einer Objektiv- und dreyen Ocularlinſen. Die Achſen dieſer Gläſer liegen auch hier in gerader Linie, und die Entfernung zweyer und zweyer, iſt allemal der Summe ihrer Brennweiten gleich. 2.) Die drey Ocularglaͤſer haben gemeiniglich eine gleiche Brennweite, doch wird dieß nicht allgemein erfordert. Dieſes Teleſcop kömmt in Hinſicht auf das Ocularglas e d mit dem aſtronomiſchen vollkommen überein, wie man es leicht aus der XXXI. Figur abnehmen kann; die zwo mitterrn Linſen m m und n n aber bewirken nichts, als daß ſie das Bild a b noch einmal, und zwar aufrecht malen. Mithin werden die Objekte durch dieſes Fernrohr beynahe eben ſo deutlich wie in dem vorigen, aber aufrecht geſehen.

* Von der Natur, und Zerſchiedenheit der Brillen, wie man durch ſie die Augen unterſtützen, und zerſchiedene Mängel erſetzen kann; 2.) den Fehler der ſchielenden Augen; 3.) warum man durch ein Polyoſtron, (das iſt, ein Glas, welches aus mehrern unter ſehr ſtumpfen Winkeln vereinigten Flächen beſteht) ein Objekt vervielfältiget ſieht; 4.) wie man einen Tubus, mit dem man in die Sonne ſchauen will, zubereiten müſſe ꝛc. werde ich, um Weitläuftigkeiten im Lehrbuche zu vermeiden, in den öffentlichen Stunden alles erklären.

** Die bisher beſchriebenen Fernrohre haben alle den gemeinſchaftlichen Fehler, daß das Licht verſchiedene Farben in ungleicher Entfernung verſammelt: folglich das Objekt verunſtaltet wird. Newton hatte dieſem Fehler ſchon längſt abzuhelfen gewünſcht; aber erſt H. Dollond hat es der erſte zu Stande gebracht (§. 331. Anm.) (a).

Man

(a) Die ganze Geſchichte kann nachgeleſen werden in Dr. Joſ. Prieſtleys Geſchichte der Optik 2. Th. 4. Abſchn. 1. K. überſetzt von G. S. Klügl.

Man ſteuert dem Uebel beſonders durch Spiegelteleſcope, wovon ich alſo auch noch die Hauptſache erklären will.

Von den Spiegelteleſcopen.

Auch dieſe können füglich in drey Gattungen getheilt werden. Eines wird von dem Newton das **Newtonianiſche**, ein anders vom Gregoris das **Gregorianiſche** genannt, und weil Caſſegrain an dem Gregorianiſchen einige Aenderungen angebracht, ſo wollen wir ſeine Erfindung das **Caſſegrainiſche** benamſen.

§. 348.

Das **Newtonianiſche** Spiegelteleſcop (Fig. XXXII.) beſteht aus einem etwas größerm Hohlſpiegel EF, und aus einem kleinen Planſpiegel fe, welcher unter einem Winkel $= 45^{\circ}$ noch vor der Brennweite des Hohlſpiegels, welche etwa in H iſt, ſo aufgerichtet wird, daß die Achſe des Hohlſpiegels durch die Mitte dieſes Planſpiegels gehe: ſeitwärts von ihm iſt in L eine Oeffnung in dem Tubus; in der Oeffnung aber befindet ſich ein convexes Ocularglas.

Durch dieſen Tubus muß das Objekt, von dem die Stralen auf den Hohlſpiegel entweder ganz parallel, oder doch unter einem ſehr kleinen Winkel fallen, von dem Auge in O zwar verkehrt, aber deutlich und vergrößert geſehen werden. Denn die Stralen von verſchiedenen Punkten des Objektes durchkreuzen ſich im Mittelpunkte des Hohlſpiegels, und die Stralen von einem und dem nämlichen Puncte müſſen ſich im

Focus

Focus H mit der Achſe des Spiegels vereinigen; folglich eben dort das Objekt deutlich, aber umgekehrt abmalen (§. 325. III.); da ſie aber von dem Planſpiegel fe aufgefangen, und unter einem gleichen Winkel zurückgeprellt werden, ſo muß das Bild eben ſo weit von dem Planſpiegel, als der Focus H hinter demſelben liegt, das iſt, in K deutlich entworfen werden (IV.). Es muß alſo durch die Linſe, in deſſen Brennpunkt ſich das Bild befindet, das Objekt deutlich, und verkehrt geſehen werden, weil auch das Bild deutlich und verkehrt iſt: vergrößert aber muß es erſcheinen, weil die Linſe in L ein Mikroſcop iſt (§. 330.).

I. In dieſem Teleſcope wird die Vergrößerung nur durch die Linſe bewirket; folglich verhält ſie ſich zur Größe im freyem Auge, wie der Winkel, unter welchem die Stralen der äußerſten Theile aus der Linſe gehen, zu jenem Winkel, unter dem ſie von dem Objekte ſelbſt zum freyen Auge kommen, oder, was eines iſt, unter dem ſie ſich im Mittelpunkte des Hohlſpiegels durchkreuzen.

II. Und weil das Bild in K ſehr deutlich entworfen wird, ſo kann die ſchärfſte Linſe angewandt, und die Vergrößerung ſehr weit getrieben werden.

§. 349.

Der Gregorianiſche Tubus unterſcheidet ſich von dem Newtonianiſchen darinne: daß der große Hohlſpiegel EF (Fig. XXXIII.) in der Mitte eine Oeffnung hat: und ihm außer ſeiner Brennweite H ein anderer Hohlſpiegel ef der jedoch einen weit kleinern Radius hat, ſo entgegen ſtehet, daß die beyden Achſen dieſer Spiegel in eine gerade Linie kommen.

Ferner

Ferner wird in einem beweglichen Rohre abcd die Linſe VR befeſtiget, und in eine Entfernung von dem kleinern Spiegel geſetzt, die der Summe der Brennweiten eben dieſes Spiegels, und der Linſe gleich iſt.

Nur aus dieſer Beſchreibung folget ſchon I. daß das Objekt durch jeden Spiegel deutlich müſſe gebildet werden, und zwar 1.) in dem Brennpunkte des größern Spiegels EF bey H; 2.) weil aber der kleinere Spiegel ef in einer größern Entfernung vom Bilde H ſtehet, als ſeine Brennweite beträgt, ſo müſſen die Stralen eines jeden einzelnen Punktes durch dieſen Spiegel irgendwo, etwa in K, abermal vereinigt, und das zweyte Bild gemalt werden (§. 325.).

II. Das Objekt muß von dem Auge in O aufrecht geſehen werden; denn das Bild wird zwar von dem Spiegel EF verkehrt gemalet, aber von dem andern Spiegel, deſſen Centrum zwiſchen das Bild kömmt, wieder aufgerichtet, und vergrößert (§. 339. n. 2. §. 340. II.). Man wird alſo vermittelſt dieſes Spiegels die Objekte **deutlich, aufrecht**, und wegen erd Ocularlinſe **vergrößert** ſehen.

* Gregoris verlangte in dem größern Hohlſpiegel eine paraboliſche, in dem kleinern aber eine elliptiſche Figur; weil aber dieſe Aushöhlungen hart zu erhalten ſind: ſo bedient man ſich ſphäriſcher Spiegel. Uebrigens wird dieſes Teleſcop bey den Erdkörpern dem Newtonianiſchen vorgezogen, weil man durch daſſelbe die Objekte aufrecht erhält.

** Man kann auch bey dieſem Teleſcope eine zwote Linſe als ein Collectivglas anbringen, wie man es leicht aus der Anmerk. §. 339. begreifen kann.

§. 350.

§. 350.

Caſſegrain änderte an dem Gregorianiſchen Spiegelteleſcope ferner noch folgendes: er bediente ſich ſtatt des kleinern Hohlſpiegels eines kleinern converen, den er zwiſchen dem Spiegel EF und deſſen Brennweite etwa in N ſo hinſetzte, daß die Achſen beyder Spiegel abermal in einer geraden Linie lagen.

I. Die Stralen, welche auf den Hohlſpiegel parallel auffallen, müßten in dem Brennpunkte zuſammen kommen; da ſie aber noch vor dieſem auf den converen Spiegel N hinfallen, ſo müſſen ſie von dieſem zurückgeprellt, und in einer weit größern Entfernung vor dem Spiegel als der Brennpunkt hinter dem Spiegel liegt, verſammelt werden (§. 325. I.); folglich ein deutliches, obgleich auch umgekehrtes Bild entwerfen.

II. Dieſes Bild muß weit größer ſeyn, als es in K wäre; denn die Stralen verſchiedener Theile z. B. der äußerſten erhalten immer einen größern Abſtand voneinander, je weiter ſie fortgehen.

III. Es muß alſo ein geſundes Aug in O durch eine Linſe, in deren Brennpunkte das Bild gemalet wird, ein Objekt deutlich, verkehrt, und vergrößert ſehen, weil zu dieſer Vergrößerung nicht nur die Ocularlinſe, ſondern auch der Converſpiegel ſehr vieles beyträgt.

* Warum, wo, und wie die ſogenannten Diaphragmen in dieſen Spiegelteleſcopen ſowohl, als in den Fernrohren anzubringen ſeyn, werde ich mündlich erklären.

** Man

** Man findet dieſe und die vorigen Materien ſehr genau abgehandelt in der Optik des Schmits (*a*), Prieſtley (*b*), und in dem kleinen Werkchen des Spenglers (*c*).

IV. Kapitel.

Von dem, was noch ferner mit dem Feuer verbunden iſt.

Hieher gehört vorzüglich die **Elektricität.** Allein ſo allgemein, und groß der Eifer iſt, mit dem die elektriſchen Verſuche immerdar vermehret werden, ſo ſchwer wird es auch, die hinlängliche Urſache von denſelben zu beſtimmen; die Zerſchiedenheit der neuen Entdeckungen ſcheint die bisher angenommenen Theorien immer unbrauchbarer zu machen. Ich werde mich daher nur bemühen, das **Wahrſcheinlichere** aufzuſuchen.

I. Von der künſtlichen Elektricität.

§. 351.

Elektriſche Körper werden diejenigen genannt, welche in einen Zuſtand verſetzt werden können, wo ſie andere nahe Körper an ſich ziehen, die angezogenen wieder zurückſtoſſen, und im Dunkeln auf einigen Reiz ein ſichtbares Licht von ſich geben. Befindet ſich ein Körper wirklich in dieſem Zuſtande, ſo ſagt man, daß er **elektriſirt** ſey. **Urſprünglich,** oder **eigentlich elektriſche** Körper (Ideo-

(*a*) Vollſtändiger Lehrbegriff der Optik, ausgearbeitet vom A. G. Käſtner.

(*b*) Geſchichte und gegenwärtiger Zuſtand der Optik ꝛc.

(*c*) Optik, Catoptrik, und Dioptrik.

(Ideoelectrica) ſind die, welche durch Reiben, Erwärmen ꝛc. in den beſchriebenen Zuſtand verſetzet werden: **durch die Mittheilung** aber **elektriſche Körper** (Symperi-electrica) heißen jene, welche ihre Elektricität, d. i. die Kraſt anzuziehen, zurückzuſtoſſen, und Feuer zu äußern blos durch die Annäherung eines ſchon elektriſirten ideoelektriſchen Körpers erhalten. Iſt der elektriſirte Körper von allen andern durch urſprünglich elektriſche Körper, z. B. durch Glas, Seiden ꝛc. abgeſondert, ſo nennt man ihn **Iſolirt.**

I. Glas, ächtes Porcellain, Edelgeſteine, verſchiedene andere Steine, Bergkryſtall, Talk, Arſenik, Schwefel, Bernſtein, Ambra, Harz, Pech, Colophonium, Siegellack, ausgetrocknetes Holz, Haare von Thieren, Wolle, Seide, Hanf, Leinwat, Papiere, Leder, und andere dgl. Körper, wenn ſie wohl getrocknet, und erwärmet worden, ſind **urſprünglich elektriſch;** denn wenn ſie gerieben werden, ſo nimmt man an ihnen die Zeichen der Elektricität wahr.

II. Waſſer hingegen, und Metalle werden nur durch die Mittheilung elektriſch.

* Es giebt eine Elektricität mit, und eine ohne Verſtärkungsglaſe. Wir wollen von der letztern zuerſt handeln.

Von den elektriſchen Verſuchen ohne Verſtärkungsglas.

§. 352.

Verſuche. Wenn man einen gläſernen Cylinder oder eine Kugel ꝛc. über einem mit Metall überzogenen Papiere,

piere, Leder, oder auch über der trockenen Hand länger reibet; und ein **iſolirter** ſymperielektriſcher Körper das Glas berühret: ſo wird derſelbe leichte Körper **anziehn**, einige der angezogenen **zurückſtoſſen**, wieder anziehn ꝛc. andere hingegen wird er nie von ſich entlaſſen. 2.) Schon beym Reiben zeigen ſich im Dunkeln beſtändig blaue feurige Sternchen dort, wo der iſolirte Körper die geriebene Kugel mittels eines anliegenden Goldpapieres, Goldfranſen ꝛc. berührt. Eine noch hellere Flamme, die einem feurigen Pinſel gleicht, bricht mit einem Gepraſſel hervor, wenn ſich dem iſolirten ein unelektriſirter Körper auch ſchon auf mehrere Zolle, nähert. 3.) Dergleichen Feuerpinſeln ſtrömen auch von den Spitzen des elektriſirten Körpers ohne Berührung aus. 4.) Und dieß zwar noch häufiger, wenn eine metallene Spitze im luftleeren Raume zu ſtehen kömmt. 5.) Nähert man ſich der geriebenen Kugel mit dem Angeſichte, oder mit der Hand: ſo entſteht an dieſen eine Empfindung, die wir ſonſt bey der Berührung eines Spinnegewebes zu haben pflegen. 6.) Man verſpürt auch bey dieſen Erſcheinungen einen ſchwefelichten Geruch. 7.) Und wenn man dem elektriſirten Körper ſich mit der Zunge nähert, ſo entſteht auf derſelben ein ſäuerlichter Geſchmack. 8.) Alles dieſes aber wird durch die Feuchtigkeit der Luft nicht nur gehemmet, ſondern es verſchwinden auch manchmal alle elektriſchen Erſcheinungen ſo, als wenn der ſymperielektriſche Körper nicht iſolirt wäre.

I. Ein ſymperielektriſcher iſolirter Körper wird durch die Berührung eines geriebenen ideoelektriſchen Körpers elektriſirt (n. 1. 3. 4.).

II. **Um den geriebenen ideoelektriſchen ſowohl, als um den berührenden ſymperi-**

elektriſchen Körper, wenn dieſer iſolirt iſt, ergießt ſich eine Atmoſphäre von einer eigenen elektriſchen Materie. Es überzeugen uns davon alle Sinne (n. 5. 6. 7.); und ſchon in einer Entfernung von mehrern Zollen äußern ſich die Zeichen der Elektricität, wahre Aenderungen und Wirklichkeiten (n. 1. 2. 3. 4. 5.), welche ihren hinlänglichen Grund nicht in den Kräften des noch ziemlich entfernten Körpers haben können, weil ſich dieſe nur in einen ganz kleinen Abſtand erſtrecken. Dazu müßten denn dieſe Kräfte nicht auch vor dem Reiben des Glaſes wirken? es muß ſich alſo neben der Luft ein neuer Körper in dem beſagten Zwiſchenraume befinden, der dieſe Wirklichkeiten hervorbringt.

III. Durch das Reiben des Körpers müſſen ſeine Theilchen (beſonders wenn ſie ſehr elaſtiſch ſind) und die Lichttheilchen ſelbſt, welche in ihm vorhanden ſind, in eine zitternde Bewegung verſetzt, ja ſogar die eingeſchloſſenen Theilchen frey gemacht, und ausgeworfen werden.

IV. Die freygewordene Materie erhält ſich nur alsdann um den elektriſirten Körper, wenn er von den ſymperielektriſchen durch ideoelektriſche abgeſöndert wird.

V. Es müſſen alſo alle ideoelektriſchen Körper, und beſonders die trockene Luft der Fortpflanzung der elektriſchen Materie widerſtehen. Im Gegentheile muß ſie durch ſymperielektriſche Körper frey hingehen, und zerſtreuet werden.

VI. Eine Urſache von dem freyen Durchgange der elektriſchen Materie durch den ſymperielektriſchen Körper mögen wohl die

anziehenden Kräfte in dieſem auf die Materie ſeyn: doch hiedurch allein läßt ſich noch nicht begreifen, warum auch eine Atmoſphäre um denſelben entſtehe; denn wegen den anziehenden Kräften könnte niemal mehr Materie, als wirklich angezogen würde, in den ſymperielektriſchen Körper übergehen, folglich auch nichts in eine Atmoſphäre austretten.

§. 353.

VII. Man kann ſich alſo die ganze Sache, und die Verbreitung der Atmoſphären folgendermaßen vorſtellen.

1.) Die in dem Glaſe durch das Reiben rege gemachte, und ausgeworfene Materie (vorg. §. III.) kann ſich, wenn ſie von keinem ſymperielektriſchen Körper berühret wird, durch die Luft, welche ſie umgiebt, als durch einen ideoelektriſchen Körper nicht zerſtreuen (IV. V.); ſie muß alſo um das Glas herum aufgehäuft, und von der Luft zuſammen gedrückt werden; ja ſie wird ſich ſphäriſch auszudehnen, und rings herum zwiſchen die Lufttheilchen hineinzudringen ſuchen, das iſt, es entſteht um das geriebene Glas eine elaſtiſche, zuſammengedrückte, und ſich auszudehnen beſtrebende Atmoſpäre, die wir uns billig ſo vorſtellen müſſen, wie die Stralen, welche eine gemalte Sonne umgeben (Fig. XXXIV.).

2.) Die Dichtigkeit dieſer Atmoſphäre muß mit der Entfernung vom Glaſe abnehmen; denn durch ihre elaſtiſche Kraft wird ſie ſich in die Luft hineindringen, und auf gleichviel Luft wird immer weniger

niger Materie treffen, d. i. die Materie nimmt ab, wie die Luſt mit der Entfernung zunimmt.

3.) Die Atmoſphäre muß den geriebenen Körper ſolange umgeben, bis entweder die geriebenen Theile wieder ruhen, und ſo der Materie nach und nach den Ruckweg in ihre vorige Lage geſtatten, oder aber bis dieſe durch Feuchtigkeit, und fremde ſymperielektriſche Körper entführet wird (vorg. §. V.).

4.) Wird aber das geriebene Glas von einem ſymperielektriſchen Körper berührt, ſo muß die Materie **erſtlich** in dieſen übergehen, weil ſie ſich **wegen dem Drucke der Luft** auszudehnen beſtrebt, und im Körper nicht nur keinen Widerſtand findet (vorg. §. V.), ſondern von ihm auch ſogar **angezogen** wird (VI.). Es muß ſich aber auch **zweytens** eine Atmoſphäre um den iſolirten ſymperielektriſchen Körper verbreiten; weil die um das Glas aufgehäufte, und von der Luft gedrückte, elaſtiſche Materie ſich mit ſehr großer Gewalt in denſelben ergießt, und auch da, wo ſeine anziehenden Kräfte nimmer wirken, um ihn herum austritt; indem ſie dort von der Luft keinen ſo ſtarken Widerſtand findet, als ſich ihr vorher um das Glas herum entgegengeſetzt hatte.

5.) Iſt der **berührende Körper nicht iſolirt**, ſo wird die Materie von ihm in alle andere mit ihm communicirende ſymperielektriſche Körper ausfließen, und niemal gehäuſt oder gedrückt werden; der Körper ſelbſt aber verbleibt in ſeinem natürlichen Zuſtande.

* Hierdurch wäre alſo die Entſtehung und Beſchaffenheit der elektriſchen Atmoſphäre hinlänglich beſtimmt. Ob ſich nun wohl auch die gemeinen Zeichen der Elektri-

cität

cität nämlich das Anziehen, 2.) das Zurückſtoſſen, und 3.) die hervorbrechenden Funken des elektriſchen Feuers daraus erklären laſſen, wollen wir in ſo vielen §§. verſuchen.

§. 354.

Wenn ſich um den elektriſirten Körper eine Atmoſphäre ergießt, wie wir ſie bisher beſchrieben haben: ſo iſt das Anziehen kleiner und leichter Körperchen an denſelben (§. 352.) eine nothwendige Folge. Es ſey der Körper A (Fig. XXXIV.) mit der elektriſchen Atmoſphäre BCDE umgeben, und der kleine ſymperielektriſche Körper a nähere ſich derſelben; in dem Augenblicke, als er ſie berührt, muß ein gegenſeitiges Anziehn entſtehen, und die Atmoſphäre wird ſich ſowohl wegen dieſem Anziehn, als wegen dem weit geringern Widerſtande bey dem ſymperielektriſchen Körper a (§. vorg. n. 4.) in dieſen zu ergießen ſuchen; allein dieſem widerſteht ſowohl der Zuſammenhang der elektriſchen Materie unter ſich, als die Luft, in welche ſich die Materie ausgebreitet hat (§. 353. n. 1.): mithin muß der Körper a, wenn anders ſeine Schwere nicht größer iſt, als die hier angezeigten Kräfte, in die Bewegung gebracht, und weil wegen der in kleinern Abſtänden zunehmenden Dichtigkeit der Atmoſphäre (ebendaſ. n. 2.) die nämliche Urſache immer vorhanden iſt, bis zum Körper A hingezogen werden.

I. Dieſes Anziehen muß auf eine gleiche Weiſe geſchehen, es mag der Körper A, oder a elektriſirt ſeyn; denn die Erklärung iſt beyderſeits die nämliche.

II. Der

II. Der angezogene leichte Körper wird ſich dem elektriſirten gemeiniglich mit der **Spitze nähern**, nicht, als wenn er an dieſem ſtärker gezogen würde, ſondern weil er mit der Spitze weniger Widerſtand findet.

* Dieſe Erklärung wird durch viele andere ähnliche Beobachtungen gerechtfertiget, ſo wird z. B. ein ganz kleines Stückchen Zucker, Erde, Brod, Papiertheilchen von einem Waſſertropfen gegen die Mitte hingezogen, alsbald es der Tropfe nur berühret.

§. 355.

Iſt nun der kleine Körper a (§. vorg.) in die Atmoſphäre des elektriſchen A ganz eingetretten, und bis zur Berührung gekommen: ſo muß ſich auch um ihn eine Atmoſphäre verbreiten, welche die vorige durchſchneidet. Weil nun die Dichtigkeit, und der Druck der Atmoſphären mit der größern Entfernung von den elektriſirten Körpern abnehmen (§. 353. n. 2.): ſo muß der Druck an dem Orte, wo ſich die Atmoſphären durchſchneiden, und wo die Entfernung kleiner iſt, weit ſtärker ſeyn, als er an den übrigen entgegengeſetzten Gränzen der Atmoſphären iſt; folglich wird die Materie, die ſich immer auszudehnen beſtrebt, auf die Körper ſolange wirken, als der ſtärkere Druck anhaltet, d. i., bis der kleinere Körper bewegt, und die zwo Atmoſphären auseinander getretten ſind, oder, was eines iſt: **der kleine Körper muß zurückgeſtoſſen werden.**

I. Wenn das angezogene Körperchen z. B. ein Metallplättchen den elektriſirten Körper mit ſeiner Fläche berührt,

ſo muß es hangen bleiben (§. 352. n. 1.); denn hier kann es als ein Theil des elektriſirten Körpers angeſehen werden, und zwiſchen ihm und dem andern Körper keine Atmoſphäre Platz haben.

II. Der kleine Körper iſt auch nach dem Zurückſtoſſe elektriſirt: folglich bleibt das fernere Anziehen ſolange unmöglich, als er ſeine Atmoſphäre behält. Verliert er aber dieſe, durch die Berührung ſymperielektriſcher Körper, die entweder gar nicht iſolirt, oder doch in der Proportion gegen den kleinen ziemlich groß ſind, ſo kömmt er wiederum in ſeinen natürlichen Zuſtand, und iſt geſchickt, **neuerdings angezogen**, und zurückgeſtoſſen zu werden u. ſ. f.

* In dieſen Erklärungen liegt der Grund des elektriſchen Glockenſpieles, und vieler andern elektriſchen Tändeleyen, z. B. einen ordentlichen Regen von ſymperielektriſchen Sträbſande zu bewirken, leichte Bildchen zwiſchen zwoen ſymperielektriſchen Tafeln (welche horizontal und parallel übereinander ſtehen, und deren die einte iſolirt, und elektriſirt wird) tanzen zu machen ꝛc.

§. 356.

Die Urſache, **warum aus dem elektriſirten Körper eine helle Flamme oder auch nur zerſtreute Funken mit einigem Gepraſſel auf das Berühren eines unelektriſirten ſymperielektriſchen Körpers hervorbrechen**, iſt folgende: der ſymperielektriſche Körper zieht die elektriſche Materie ſehr mächtig an, und dieſe iſt noch überdas ſelbſt ſchon ſehr zuſammengedrückt; ſie muß alſo ſowohl des Druckes, als

der

der anziehenden Kräfte halber in den hinzubewegten Körper mit doppelter Gewalt hineindringen, und eben darum die Luft, welche ſich noch immer zwiſchen den elektriſchen Theilen befindet, aus ihrem Orte verdrängen, **oder doch wenigſtens** durch die Zwiſchenräume derſelben hervorbrechen, und ſich gegen den ſymperielektriſchen Körper vereinigen. Im erſten Falle werden wir eine Flamme, und im zweyten zerſtreute, einem Pinſel ähnliche Funken ſehen, in beyden Fällen aber entſteht ein heftiges Aufeinanderſtoſſen der Lichttheilchen, und ein ſchnelles Zuſammendrücken der Luft, das iſt, ein Gepraſſel, mit dem die Materie hervorbricht.

I. Es wird alſo zu dieſer elektriſchen Flamme erfordert, daß ſich **die Materie ſchnell**, und auf einmal **in größerer Menge vereinige**; dieſes ſelbſt aber geſchieht nicht, ohne daß die Luft entweder völlig verdrängt, oder, wenn es nur Funken giebt, hie und da durchdrungen wird; und nur dort iſt die Flamme oder ein Funkenpinſel möglich, wo die elektriſche Kraft hinlänglich iſt, eines aus beyden zu bewirken.

II. Wie mehr die Materie um den elektriſchen Körper angehäuſt iſt, deſto größer muß die Flamme ſeyn.

* Und eben dieß iſt die Urſache, warum man durch das Verſtärkungsglas eine weit größere Flamme erhält, wie wir ſogleich ſehen werden.

III. Es müſſen auch manchmal ohne Berührung des elektriſirten Körpers Sternchen an den Spitzen deſſelben erſcheinen; denn weil ſich die Materie in einen **kleinen Raum** bey der Spitze verſammeln muß, ſo kann ſie eben darum **häufig genug** verſammelt werden.

* Wenn

* Wenn man dieſe Erklärungen genau überdenket, ſo wird man leicht wahrnehmen, daß alle dieſe Zeichen der Elektricität ſich auch äußern müſſen, wenn ſich zween Körper begegnen, wovon der eine in ſeinem natürlichen Zuſtande, der andere aber bis unter dieſen ſeiner Materie beraubt iſt; denn es läßt ſich nicht zweifeln, daß jeder Körper ſich ſelbſt überlaſſen, beſonders wenn er erwärmet iſt, eine Atmoſphäre habe, und dieſe muß in dem außer ſeinem natürlichen Zuſtande ſich befindenden Körper eben die Aenderungen hervorbringen, die wir bey dem elektriſirten beobachten. Ein gleiches verſteht ſich auch von zweenen ungleich elektriſirten Körpern.

** Von der Entſtehung der Feuerfunken hat H. Joh. Fried. Groß (a) eine ganz neue, und ſonderbare Entdeckung gemacht. Er bediente ſich eines etwa 30 Schuhe langen Drates, dieſen iſolirte, und elektriſirte er, und verband ihn mit einem andern metallenen Stängelchen, das am Ende mit einer Kugel verſehen war: dieſer Kugel ſetzte er einen ganz kleinen abgekürzten Kegel entgegen (er hat die Eigenſchaften dieſes Kegels in ſeiner Abhandlung von 30. bis 40. §. genau beſtimmt): die Grundfläche deſſelben darf zerſchieden ſeyn; bey ſeinen Verſuchen war der Durchmeſſer davon $= 22'''$. Der Winkel der Spitze kann zwiſchen den Gränzen 54° bis 90° ebenfalls zerſchieden ſeyn; gemeiniglich war er bey ihm $= 60^{\circ}$. Die Spitze ſtieß er mit einer zarten Feile, und einem Polirſtahle nach und nach ſo hinweg, daß der Durchſchnitt der oberſten Fläche $\frac{1}{4}'''$ $\frac{7}{16}'''$ $\frac{9}{16}'''$ oder auch mehr oder weni-

(a) Elektriſche Pauſen von Joh. Frid. Groß. Leipzig 1776.

weniger betrug; indem er nun dieſen Kegel der elektriſirten Sphäre ſehr nahe entgegenrückte, ſo zeigte ſich ein Funke. Er vermehrte die Entfernung; und konnte nun durch keine Mühe mehr einen Funken erhalten; er zog den Kegel nach und nach immer weiter hinweg, und nun brach wieder ein Funke hervor. Hiedurch entdeckte er alſo zwo verſchiedene Entfernungen, in denen ſich die Funken äußerten, ohne daß er ſie in dem Zwiſchenraume derſelben erhalten konnte. Die Urſache dieſer Erſcheinung möchte vielleicht die folgende ſeyn: der Funke erſcheint in der kleinen Entfernung des Kegels, weil dort die Materie hinlänglich gehäuft iſt, und wegen den anziehenden Kräften der abgekürzten Kegelfläche die Luft verdringen, und in eine Flamme ausbrechen kann. Dieß wird in der größern Entfernung unmöglich, weil die Materie ſtäts abnimmt, und nicht hinlänglich iſt, die Luft zu verdringen. Aber warum kann ſie es doch in einer größern Entfernung? vielleicht weil dort die elektriſche Materie von der kleinen Kegelfläche unter einem ganz kleinen Winkel angezogen wird, und eben darum nur eine ganz kleine Portion, die den Winkel ausfüllet, überwunden werden muß: daß alſo hier die zur Flamme nöthige Anhäufung der elektriſchen Materie leichter geſchehen kann.

*** In den bisherigen Erklärungen liegt vielleicht auch der Grund von mehrern allerdings neuen Erſcheinungen, die mir von zerſchiedenen Freunden ſind mitgetheilet worden, und die ich hier anführen will. Es wird eine wohl ausgetrocknete Glanzleinwand, ein wollener Zeug, ein Sammet, ein Pappendeckel ꝛc. mit einem tro-

ckenen

ckenen Katzenbalg, mit Menſchen- oder Roßhaaren, mit einem friſchen, doch erwärmeten Kalbſchwänzchen ꝛc. in der freyen Luft gerieben, und alsbald laſſen ſich die Zeichen der Elektricität daran wahrnehmen. Reibt man ſie aber auf einem Tiſche, oder auf den Boden, ſo muß man ſie in die Freye Luft erheben, wenn man eben dieſe Zeichen erhalten will; dort aber zeigen dieſe ſich ſehr merklich. Das Anziehen der leichten Körper erfolgt ſchon in einer Entfernung von 2 — 3 Schuhen.

Die Urſache dieſer Erſcheinungen genauer zu beſtimmen, ſcheinen mir die bisherigen Verſuche noch nicht hinlänglich, die Gränzen eines Lehrbuches aber viel zu enge zu ſeyn. Deſſentwegen übergehe ich hier auch die Schäfferiſchen Verſuche (a).

Von den elektriſchen Verſuchen mit den Verſtärkungsgläſern.

§. 357.

Man hat zwo Arten von Verſtärkungsgläſern: die **Verſtärkungsflaſche** (Lagena armata), und **das Quadrat des Franklin.** Die erſtere iſt eine gläſerne Flaſche, die an der innern und äußern Fläche, jedoch nicht allerdings bis an den Rand hin, mit Metall z. B. mit Flittergolde überzogen wird, und in die man ein blechernes Rohr ſtellt, welches mit dem an der innern Fläche überzogenen Metalle, oder der ſogenannten innern Armatur communicirt, und an dem einen Ende die geriebene Kugel (§. 352.) berühret. Wenn man will, ſo kann man den übrigen eeren Raum in der Flaſche mit Eiſenfeilſpänen u. dgl. ausfüllen, und oben Pech darauf gießen. Ohne eine Ueberklei-

dung

(a) Jac. Chriſt. Schäffers Verſuche mit dem beſtändigen Elektricitätsträger. Regensburg 1777.

dung des Glaſes nöthig zu haben, kann man es auch mit Waſſer bis an die Helfte einfüllen, und ſtatt des blechernen Rohres, einen Drat, durch den Stöpſel, mit dem man die Flaſche ſchließet, bis in das Waſſer hingehen laſſen. **Das Quadrat des Franklin** iſt eine Glasplatte, die auf beyden Seiten mit Metall, Goldpapier ꝛc. überkleidet iſt, doch ſo, daß der Rand ringsherum etwa einen Zoll breit leer bleibe. Wie man oben das blecherne Rohr in die Flaſche ſtellt, und es mit der innern Armatur communiciren läßt, ſo läßt man hier einen Drat mit der obern Fläche der Glasplatte communiciren, und hängt ihn am andern Ende an den ſymperielektriſchen Körper, welcher die geriebene Kugel unmittelbar berühret. Man ſieht alſo hier eine vollkommene Aehnlichkeit der beyden Arten von Verſtärkungsgläſern, und es wird eben nicht beſchwerlich ſeyn, die Verſuche, die man mit dem einen anſtellet, auch auf das andere anzuwenden. Wir werden uns in den Verſuchen beſtändig der Verſtärkungsflaſche bedienen.

§. 358.

Verſuche und Beobachtungen mit der Verſtärkungsflaſche, I. Wenn ſie nicht iſolirt iſt, 1.) Berührt man die innere Fläche des Glaſes, oder das mit ihr communicirende blecherne Rohr allein, ſo nimmt man daran alles wahr, was ſich an jedem elektriſirten Körper beobachten läßt (§. 352.). 2.) Berührt man hingegen die äußere Fläche alleine, ſo zeigt ſich nicht die geringſte Aenderung. 3.) Geſchieht die Berührung an beyden Flächen zugleich, ſo erhält man nach Verſchiedenheit der Ladung einen Funken mit einem heftigen Knalle begleitet. 4.) Berühren

wir

wir ſie mit der Hand, oder einem andern Theile unſers Körpers: ſo empfinden wir eine heftige Erſchütterung, ſonderbar an den Gelenken. 5.) Dieſe Erſchütterung geht durch eine ganze Reihe Menſchen hin, die ſich entweders unmittelbar mit der Hand, oder durch einen ſymperielektriſchen Körper verbinden, und wovon die beyden äußerſten der eine die innere, der andere aber die äußere Fläche berührt. 6.) Indem dieſe Entladung vorgeht, ſo fällt das Elektrometron (etwa ein Büſchelchen Glasfedern) an der innern Fläche zuſammen, und ein anders an der äußern Fläche dehnt ſich aus, fällt aber eben ſo bald wieder zuſammen. II. Iſt aber die Flaſche ſelbſt iſolirt, ſo dehnt ſich 1.) das Elektrometron ſowohl an der innern, als an der äußern Fläche aus. 2.) So äußern ſich auch an beyden Flächen die Zeichen der Elektricität, obgleich ziemlich ſchwach. 3.) Auch die Erſchütterung iſt lange nicht ſo mächtig, als vorhin, wenn man beyde Flächen zugleich berühret.

Folgeſätze. I. Wenn die Flaſche durch das Reiben der gläſernen Kugel mit elektriſcher Materie beladen wird, ſo muß ſich auch eben ſo eine Materie **um die äußere Fläche** ergießen; denn die Zeichen der Electricität auch an der äußern Fläche (Beob. II.) verrathen eine Atmoſphäre, die ohne Materie nicht entſtehen kann.

II. Die in der innern Fläche angehäufte Materie kann durch das Glas, als durch einen ideoelektriſchen Körper nicht heraus dringen, um in der äußern Fläche eine Atmoſphäre zu machen: folglich muß ſie aus der äußern Fläche ſelbſt heraustretten, und die **Glastheilchen**, aus denen ſie tritt, **müſſen von einer Materie beraubt**

wer-

werden, mit der ſie im natürlichen Zuſtan-
de begabt ſind.

III. Zu dieſem Austretten trägt ohne Zweifel vieles die äußere Armatur des Glaſes bey, weil ſie die Materie ſtark anziehet, und 2.) der Druck der in der Flaſche angehäuften und zuſammengedrückten Materie; denn nur dort verbreitet ſich von außen eine Atmoſphäre, wenn die Materie innenher gehäufet wird.

* Aber wie ſoll dieſer Druck das Austretten der Materie bewirken? Hierüber ſind die Meynungen der Phyſiker ſehr verſchieden; mir will keine genug thun. Ganz neu iſt jene des H. Joh. Nep. Fiſcher Mitgliedes der Churfürſtlichen Akademie der Wiſſenſchaften in München, die er mir in einer noch nicht gedruckten Abhandlung mitgetheilet hat. Er glaubet, die höchſt elaſtiſche Materie, weil ſie wegen ihrer Anhäufung in der Flaſche ſehr gedrückt iſt, dringe auf der innern Fläche des Glaſes in die kleinen Oeffnungen, und erweitere dieſelben; aber eben darum drücke ſie die Glastheilchen der andern Seite zuſammen, und ſo müßte die Materie aus den Zwiſchenräumen derſelben austretten, und eine Atmoſphäre geſtalten. Aber könnte man wohl nicht mit mehrerer Wahrſcheinlichkeit annehmen, daß die Theilchen der in der innern Fläche gehäuften Materie in einer zitternden oder ſchwingungsförmigen Bewegung ſeyn, in der ſie ſchon aus der geriebenen Kugel kommen, daß ſie ſich folglich nicht nur in die Zwiſchenräume der inneren Fläche eindringen, ſondern auch die Glastheilchen und elaſtiſchen Fibern in eine gleiche Bewegung verſetzen,

und

und daß durch dieſe die elektriſche Materie auf der andern Seite ausgeworfen werde? Könnte dieſe Bewegung der elektriſchen Materie in den Glastheilchen nicht eben das bewirken, was man ſonſt durch das Reiben erhält?

§. 359.

Die innere Seite des Glaſes, wo die Materie angehäufet wird, nennt man die **poſitiv elektriſche**, die äußere aber, welche von einer Materie beraubt wird, die ihr im natürlichen Zuſtande eigen iſt, heißt die **negativ elektriſche.**

IV. Wenn die **Verſtärkungsflaſche nicht iſolirt iſt,** ſo läßt ſich an der äußern Armatur des Glaſes keine Atmoſphäre wahrnehmen, ob ſelbe gleich wegen dem beſtändigen Austretten der Materie negativ elektriſch wird; denn die ausgetriebene Materie wird ſich ſogleich den umſtehenden ſymperielektriſchen Körpern mittheilen, und keine Atmoſphäre um die äußere Fläche bilden, folglich ꝛc.

V. Im Gegentheile iſt die Atmoſphäre, die ſich um die iſolirte äußere Fläche ausbreitet, die Urſache, warum ſich die Zeichen der Elektricität auch an der innern Fläche weit ſchwächer zeigen, wenn die Flaſche iſolirt iſt; denn dieſe Atmoſphäre widerſteht dem fernern Austretten, und bewirkt, daß die Materie nach der innern Fläche eben ſo ausgeworfen wird, wie nach der äußern; eben dieſes aber hindert das fernere Eindringen, und die Anhäufung der Materie auf der innern Seite.

VI. **Wenn man die negativ, und poſitiv elektriſche Seite zugleich berühret, daß alſo dieſe mit jener eine Communica-**

tion

tion erhält: ſo muß die elektriſche Materie von der poſitiven Seite ſehr ſchnell, durch den berührenden Körper zur negativen hinfahren. Durch die Berührung der innern Fläche geht ein Theil der Materie in den berührenden Körper über, und eben darum muß in die negativ elektriſche Fläche eine Materie von der äußern Armatur (d. i. vom umgebenden Metalle) und in die äußere Armatur wieder eine andere von dem berührenden Körper übertretten; weil durch dieſe Abführung der elektriſchen Materie nicht nur die Urſache des Austrettens aus der äußern Fläche (d. i. der Druck der angehäuften Materie vorg. §. III.) gehoben wird, ſondern auch die Materie von der äußern Armatur, die doch ſelbſt nur im natürlichen Zuſtande iſt, nach den Geſetzen des Gleichgewichtes in die negative Fläche übergehen muß. Iſt aber dieß: ſo muß die elektriſche Materie von der innern Fläche weit mehr nach dieſer, als nach einer andern Richtung getrieben, und ſehr geſchwind bewegt werden.

VII. Eben dieſe ſehr ſchnelle Bewegung der Materie aber iſt die hinlängliche Urſache der Erſchütterung (§. vorg. I. 4.); denn ſtößt die Materie mit größter Geſchwindigkeit auf einen empfindlichen Theil des Körpers, auf die Nerven bey den Gelenken: ſo muß nothwendig eine Empfindung folgen, die mit der Heftigkeit des Stoſſes im Verhältniſſe ſtehet.

VIII. Die Stärke der Erſchütterung hängt von der Menge der angehäuften Materie ab; denn je größer dieſe iſt, um ſo heftiger muß der Aufſtoß und die Geſchwindigkeit derſelben ſeyn. Man ſieht es alſo leicht ein,

warum

warum die Erſchütterung ſchwächer iſt, wenn man die Flaſche iſolirt (V.).

IX. Die Erſchütterung folgt nicht, wenn man nicht die äußere und die innere Fläche zugleich berühret; dieß erhellt aus der ganzen Erklärung (Folgeſ. VI.).

* Hieraus erklärt man nun 1.) warum die Erſchütterung die ganze Reihe durchgieng; denn die Materie durchläuft den ganzen Weg mit eben der Geſchwindigkeit, mit der ſie durch einen einzigen Menſchen gefahren wäre. 2.) Warum der Stoß augenblicklich zu ſeyn ſcheinet; es läßt ſich nämlich bey ſo einer großen Geſchwindigkeit kein Zwiſchenraum unterſcheiden. 3.) Warum die Materie, wenn alles übrige gleich iſt, den kürzeſten Weg nimmt. 4.) Warum ſie nichts deſtoweniger durch das Metall in Umwegen läuft z. B. durch den Drat, der um einen Finger gewunden iſt, ohne den Finger zu berühren. 5.) Wie die Wirkungen der Elektricität auch mittelbar durch ein im Wege ſtehendes Glas z. B. durch eine gläſerne Glocke geſchehen müſſen, ob gleich die Atmoſphäre nicht durch das Glas dringet. 6.) Wie man durch mehrere Verſtärkungsgläſer die elektriſche Kraft ungemein verſtärken könne. 7.) Wie auf ſolche Weiſe ein zuvor erwärmter Geiſt, Hexenmehl, Schießpulver ꝛc. entzündet. 8.) Wie ein Drat von Meßing, Silber ꝛc. geſchmolzen, und 9.) auch ziemlich feſte Körper von der elektriſchen Materie durchlöchert werden. Letztens endlich, wie die elektriſche Fuge, welche gleichfalls H. Frid. Groß der erſte, wenigſtens mit den Glöckchen, entdeckt hat, zu erklären ſey. Man verbindet nämlich eine Reihe Glöckchen

mit der innern, und eine Reihe mit der äußern Fläche. Wenn nun die Flaſche geladen iſt, und alsdann iſolirt wird, ſo ſchweigen die mit der innern Fläche communicirenden Glöckchen, ſobald man dieſe Fläche z. B. mit einem Drate berühret, und es ertönet ohne weiters die mit der äußern Fläche verbundene Reihe. Berührt man hinwieder die äußere Fläche, ſo ſchweigen auch ihre Glöckchen: und die innern fangen zu tönen an, und ſo kann man dieſe Abwechslung bis auf 100 male erhalten.

** H. Abbt Nollet erklärt die Erſchütterung durch einen doppelten elektriſchen Strom, und will, daß ſowohl die äußere, als die innere Fläche poſitiv elektriſch ſey, daß die Materie bey der Berührung beyder Flächen gegeneinander fließe, und indem ſich dieſe zween Ströme ſchnell begegnen, und zuſammenſtoſſen, die Erſchütterung bewirke. Mir ſcheint dieſe Hypotheſe nebſt vielen andern Gründen auch darum nicht zu beſtehen, weil bey derſelben ganz gewiß auch die Erſchütterung folgen müßte, wenn ich von zwo geladenen Lagenen A und B von A die innere, von B aber die äußere Fläche berührte, dem doch die Erfahrung widerſpricht.

Von den elektriſchen Verſuchen mit harzichten oder ſulphuriſchen Körpern.

§. 360.

Zween durch Glas elektriſirte Körper werden ſich einander allemal zurückſtoſſen; hingegen ein ſulphuriſcher Körper, den man durch Reiben elektriſirt, oder auch ein anderer, dem die Elektricität von dem ſulphuriſchen mitgetheilet wird, ziehet die Körper an, welche durch das Glas elektriſirt ſind. 2.) Läßt man einen dritten Körper mit zweenen andern communicie-

niciren, wovon der eine durch Glas, der andere aber durch Harz elektriſirt iſt, ſo kann man davon kein einziges Zeichen der Elektricität erhalten, obſchon ſich dieſe Zeichen bey jedem der beyden andern Körpern inſonderheit äußern. 3.) Die Zeichen der Harzelektricität erſcheinen an dem Schwefel, Wachſe, Bernſtein, Sigellack, Papiere, und an der Seide, Leinwat u. ſ. w. 4.) Auch das Glas ſcheint die Harzelektricität zu bekommen, wenn die Oberfläche deſſelben ſehr rauh gemacht wird. 5.) Iſt der Reibzeug bey der Glaselektricität iſolirt, ſo hat dieſe mit der Harzelektricität beynahe eine vollkommene Aehnlichkeit.

§. 361.

Folgeſätze. I. Harzelectricität iſt von jener des Glaſes völlig unterſchieden, und die Wirkungen von beyden ſcheinen ſich entgegengeſetzt zu ſeyn.

II. Wenn der Reibzeug, auf dem man das Glas elektriſiret, iſolirt iſt: ſo iſt es ſehr wahrſcheinlich, daß dieſes negativ elektriſch werde; denn die Zerſchiedenheit, die dazwiſchen kömmt, wenn der Reibzeug iſolirt iſt, und wenn er es nicht iſt, beſteht nur darinn, daß im erſten Falle keine Materie zufließen kann; da nun deſſen ungeachtet immer Materie von dem Glaſe durch das Reiben ausgetrieben wird, ſo muß der Abgang derſelben bis unter den natürlichen Zuſtand ganz nothwendig folgen, und das geriebene Glas negativ elektriſch werden.

III. Wir dürfen alſo ein ähnliches auch von der ſulphuriſchen Elektricität behaupten, daß nämlich ſowohl der geriebene

ſulphuriſche, als der andere mit ihm communicirende Körper negativ elektriſch werde; denn die Harzelektricität bringt die nämlichen Wirkungen hervor, die wir an der Glaselektricität bey iſolirten Reibzeuge wahrnehmen.

IV. Es laſſen ſich auch alle Erſcheinungen (§. vorg. n. 1. 2.) aus dieſem Grunde ohne Beſchwerniß erklären. Denn hier gilt alles, was ich ſchon oben (§. 356. Anm. 1.) angemerkt habe.

* Allein es kömmt erſt noch die Frage zu entſcheiden wie es möglich ſey, daß der geriebene ſulphuriſche Körper negativ elektriſch werde; und eben davon läßt ſich gar nichts richtiges angeben. Ich vermuthe die harzichten Körpertheile werden in eine größere Bewegung verſetzt, und werfen die Theilchen, welche die Atmoſphäre bilden ſollten, mit mehrerer Heftigkeit, und eben darum in eine zu große Entfernung aus, ſo, daß ſelbe nothwendig nach allen Richtungen zerſtreuet werden, wodurch es dann geſchieht, daß der Körper ſeiner Materie ſehr beraubt, und in den negativen Zuſtand verſetzet wird. Dieſe Vermuthung gründet ſich auf die 4te Erfahrung (§. vorg.); weil auch die Theile eines rauhen Glaſes heftiger bewegt werden, und die Materie weiter von ſich werfen müſſen; es läßt ſich auch hier kein anderer Unterſchied angeben, weßwegen ſich keine Atmoſphäre um das rauhe Glas erhalten ſollte, als dieſe Bewegung: folglich muß man ihr auch die Zerſchiedenheit der Wirkungen zuſchreiben.

** Wie die rauhe Glasoberfläche, und die ſulphuriſchen Körper durch das Reiben, eben ſo ſcheint mir der Aſchenträger oder Turmelin (es iſt dieß ein ſeltenes Edelgeſtein von brauner Farbe, das man auf der Inſel Ceylon findet) durch die Erhitzung, beſonders, wenn dieſe

im

im ſiedenden Waſſer geſchieht, ſeine Materie zu verlieren, und negativ elektriſch zu werden; daß er alſo die ſulphuriſche Elektricität erhält. 2.) Wenn die Erſchütterung, welche die Zitteraale (Gymnotus electricus) und der Zitterfiſch (Raia torpedo) bewirket, in der That eine elektriſche Wirkung iſt; ſo kömmt es mir wahrſcheinlicher vor, daß dieſe Fiſche negativ elektriſch ſeyn; denn wie ſollte ſich um einen Körper, der beſtändig mit einem gewiß ſymperielektriſchen Körper, dem Waſſer, umgeben iſt, eine elektriſche Atmoſphäre denken laſſen? Ich meinestheils will dieſe Wirkungen noch immer mit H. von Reaumour (a) lieber einer überaus großen Federkraft, die ſich in einigen Theilen dieſer Fiſche befindet, zuſchreiben; denn dieſe Meinung wird ſehr dadurch beſtättiget, 1.) daß man die Erſchütterung nur ſo lange verſpüret, als der Fiſch kräftig und friſch iſt, 2.) daß der Bau des Fiſches vollkommen damit übereinſtimmet; indem man auf genaue Unterſuchungen alle Hilfsmittel der ſtärkſten Federkraft entdecket hat. 3.) Daß Reaumour, wenigſtens bey dem Zitterfiſche, auch in der kleinſten Entfernung niemal, als nur bey der wirklichen Berührung eine Erſchütterung bemerken konnte.

*** Was ich hier ins Kürze zuſammengedrängt und nach meinen Grundſätzen erkläret habe, das läßt ſich weitläuftiger in folgenden Schriften finden.

1. Nollets Verſuch einer Abhandlung über die Elektricität der Körper. Erfurth 1749.

2. H. Benj. Franklins Briefe von der Elektricität, mit Anmerk. von Joh. Karl Wilke. Leipzig 1758.

3. Experiences ſur l'Electricité par Mr. Jallabert, a Paris 1749.

4. Jo.

(a) Des Effets, que produit le poiſſon, appellè Torbill. Mem. de l'Acad. des Sciences. 1714.

4. Jo. Alb. Euleri diſquiſitio de cauſſa phyſica Electricitatis welche Schrift von der Akademie der Wiſſenſchaften zu Petersburg mit dem Preiſe gekrönet wurde 1755.
5. Lettere dell' Electricismo di Giov. Batt. Beccaria Bologn. 1758.
6. Joſ. Prieſtley Geſchichte, und gegenwärtiger Zuſtand der Elektricität nebſt eigenthümlichen Verſuchen, überſetzt von Georg Krunitz. Berlin 1772.

II. Von der natürlichen Elektricität in der Atmoſphäre.

§. 362.

Verſuche und Beob. I. Wenn man über dem erhabenſten Theile eines Gebäudes eine eiſerne Stange aufrichtet, und ſie durch einen ideoelektriſchen Körper abſöndert, oder mit einem andern abgeſönderten verbindet: ſo nimmt man an derſelben alle Zeichen der Electricität wahr, als oft ſich ſelber eine Wetterwolke nähert (a). 2.) Eben dieſe Zeichen beobachtet man auch an einem Drate, der von einem in die Wetterwolke erhobenen papierenen Drachen, oder einem losgebrannten Rakete (b) auf die Erde herunter hanget. II. Die Wirkungen des Blitzes kommen mit jenen einer entladenen Verſtärkungsflaſche vollkommen übereins, ich verſtehe, daß ſich die Materie, welche den Wetterſtral ausmacht, in die Metalle begierig ergeußt, 2.) dieſelben, beſonders an dünnern Orten, ſchmelze (§.359.Anm.n.8.). 3.) Körper, durch die ſie fährt, durchlöchere (ebendaſ. n. 9.), 4.) Thiere erſchüttere, betäube, tödte ꝛc.

* Dieſe

(a) Mem. de l'Acad. a. 1752. Nollet lettres ſur l'Electr.
(b) Beccaria dell' Electr. Atmoſ. Lett. 8.

* Dieſe und noch mehrere dergleichen Verſuche ſind ſehr richtig und ausführlich in der Abhandlung von den Eigenſchaften des Donners von H. Mako, und in der Abhandlung vom Magnetiſmus der natürlichen Electricität von H. Epp geſammelt.

I. **Es giebt alſo elektriſirte Wolken**, und es läßt ſich daran ſo wenig zweifeln, als daß einerley Wirkungen von einerley Urſachen entſpringen. Und hieraus iſt es leicht zu begreifen, warum bey dem **Entſtehen des Blitzes** eben das vorgehe, was bey der Entladung einer Lagene vorgeht.

II. Der Donner, der Blitz, ſeine Entzündung und ſeine Wirkungen müſſen auf die nämliche Weiſe erkläret werden, wie wir oben die Flamme, das Praſſeln (§. 356.), die Erſchütterung, die Betäubung (§. 359. VII. VIII.), Durchlöcherung, Entzündung ꝛc. (§. 359. Anm.) durch die Verſtärkungsflaſche erkläret haben.

III. Da die elektriſche Materie vorzüglich in die Metalle dringet, und nach der Richtung eben dieſer Körper fortbeweget wird, ſo hat man **Grund zum Wetterableitern** gefunden.

* Wie dieſe Wetterableiter zu verfertigen ſeyn, und wie wenig man hier auf Vorurtheile zu achten habe, dieß behalte ich mir mündlich zu erklären vor. Andere Leſer darf ich hier immer auf die ſchon angezogenen Abhandlungen des H. Mako, und des H. Fr. Xav. Epp anweiſen, um alle Weitläuftigkeiten zu vermeiden.

** Aber wie werden die Wolken elektriſirt? — gewiß nicht durch das Reiben allein. Denn wäre dieſes; müßten ſie zur Winterszeit eben ſo, wie im Sommer

mer elektriſirt werden. Mir iſt es immer wahrſcheinlicher: daß dieſes meiſtentheils durch die Wärme (§§. 351. I. 361. Anm.), und etwa auch durch eine Gährung geſchehe, da die Wolke von den Sonnenſtralen, und auch von der Erde erwärmet wird, und ſich ... ſelber ſonderbar bey warmen Wetter verſchiedene Dünſte ſammeln. Auf dieſe Weiſe aber müßten im Sommer faſt alle Wolken elektriſirt werden? Ja, wenn die alſo beſchaffene, und erwärmte Wolke von andern ſymperielektriſchen, und nicht elektriſirten Wolken abgeſöndert wären. Da aber der ganze Himmel mit Wolken überzogen iſt, oder von der elektriſirten an, bis auf die Erde häufige Waſſerdünſte ſind, muß die Materie, die eine elektriſche Atmoſphäre machen ſollte, den übrigen, und auch der Erde durch häufige Dünſte, oder etwa durch den Regen, den die Wolke anderſtwo fallen läßt, mitgetheilet und alſo verſtreuet werden.

III. Von einigen andern Feuererſcheinungen in der Atmoſphäre.

§. 363.

Beobachtungen. Es laſſen ſich in der Höhe nicht ſelten ungewöhnliche feurige Körper ſehen, die manchesmal die ſcheinbare Größe des Mondes haben. 2.) Man ſieht ſie nur in einer gewiſſen Gegend, und nie an mehrern entlegenen Orten zugleich. 3.) Um ſich her verbreiten ſie einen Schwefelgeruch. 4.) Bald erſcheinen ſie ohne Bewegung, bald werden ſie nach verſchiedenen Richtungen hingetrieben. 5.) Einige zerberſten noch in der Höhe mit großem Getöſe. 6.) Sie haben verſchiedene Figuren, weßwegen man ſie bald **feurige Kugeln, Pyramiden** ꝛc. bald **fliegende Drachen, hüpfende Geißen** ꝛc. nennet.

I. Dieſe

I. Dieſe Körper ſchweben in der Atmoſphäre (2), und ſind von ſchweflichter Art (3); man kann ſie nicht für Wirkungen einer Elektricität anſehen; denn ſie haben mit dieſen zu wenig gemein.

II. Es wird alſo ſehr wahrſcheinlich, daß ſie **brennliche** und **ſchweflichte Dünſte** ſeyn, die aus der Erde hervortretten, ſich in der Luft vereinigen, und durch eine Gährung entzündet werden (§. 245. II. 3. §. 269. I.).

III. Die **Bewegung** kann ihnen entweders von der Luft mitgetheilet werden, 2.) oder ſie können den Grund derſelben in ſich ſelbſt enthalten, wenn ſie durch die Heftigkeit des Feuers ſpecifiſch leichter, denn die Luft werden: oder wenn ihre Materie von einer Seite entzündet, und die nächſte Luft ſchnell ausgedehnt wird, welche ſodann von der Atmoſphäre größern Widerſtand findet, als von den übrigen Theilen des beweglichen Körpers. In beyden Fällen müſſen Bewegungen nach zerſchiedenen Richtungen entſtehen. Für ein Beyſpiel mag uns die Bewegung eines Raketes dienen.

IV. Das **Zerberſten** ſo eines entzündeten Klumpens iſt eine Folge der Gährung, die von innen beſtändig anwächſt, und die äußere Rinde der Materie zerreißet. Geſchieht dieß mit einer größern Gewalt, und Schnelle, ſo vernehmen wir auch ein Getöſe bey dem Zerberſten, wie wir es weiter unten deutlicher einſehen werden.

V. Da die ſogenannten **fallenden Sterne** von dieſen größern und ſeltnern Körpern durch nichts, als blos durch die Größe unterſchieden ſind, ſo hat ihr **Entſtehen, Leuchten, Bewegen** ꝛc. mit dieſen die nämliche Erklärung.

§. 364.

§. 364.

Die Irrlichter (ignes fatui) befinden ſich in der untern Atmoſphäre, näher bey der Erde. 2.) Sie werden bald hin und her bewegt, bald erhalten ſie ſich mehrere Stunden an dem nämlichen Orte. 3.) Man hat Erfahrungen, daß ſie Strohdächer in Flammen geſetzet haben, als ſie auf dieſelben aufgeſtoſſen ſind (*a*).

I. Es läßt ſich nicht zweifeln, daß die Irrlichter, wo nicht allemal; doch öfters, ein wahres Feuer ſeyn (n. 3.), und durch die Entzündung eines brennlichen Weſens wie die Feuerkugeln in der höhern Atmoſphäre, entſtehen (§. vorg. II.).

II. Es mag aber wohl auch ſeyn, daß oft nur ein Schwarm leuchtender Inſekten, welche bald höher, bald tiefer, und nach zerſchiedenen Richtungen, doch allemal verſammelt hin und her fliegen, ſo ein Irrlicht ausmache (*b*).

* Daß die an den Rudern der Schiffe erſcheinenden Lichter nichts anders, als dergleichen Thierchen ſind, darüber führt Muſchenbroeck das Zeugniß der Schifleute an, welche kleine Fiſchgen gefangen, und erfahren haben, daß ſie ſo lange leuchten, als ſie leben. Jene Flammen aber, welche an den äußerſten Enden der Maſtbäume erſcheinen, beſtehen ohne Zweifel aus einer elektriſchen Materie, weil man ſie nur alsdann beobachtet, wann ſich elektriſche Wetterwolken über dem Schiffe befinden (*c*).

** Die Wirkungen einer Flamme welche ſich unter der Erde, z. B. bey feuerſpeyenden Bergen ꝛc. entzündet, werde ich hernach erklären, wenn wir uns mit der Luft ein bischen näher bekannt gemacht haben.

II. Ab-

(*a*) Muſchenbroeck Inſtit. phyſ. §. 1643.

(*b*) Genauere Nachrichten von Irrlichtern ſind zu finden in der Geſchichte der Optik des H. Joſ. Prieſtley 2. Th. 9. Abſchn.

(*c*) Mako von den Eigenſchaften des Donners. 1. Th. §. 24.

II. Abſchnitt.

Von der Luft.

Da wir beſtändig mit durchſichtiger Luft umgeben ſind, ſo darf es uns nicht wundern, daß wir ſie nicht ſehen können; indeſſen überzeugen uns doch von ihrem Daſeyn tauſend andere Wirkungen, die wir ihr nothwendig zuſchreiben müſſen. Wir athmen ſie ein, und hauchen ſie wieder aus: wir beobachten, daß ſich auf ihre Bewegung nicht nur leichte Körper, ſondern die größten Bäume ꝛc. bewegen; Wälder und Gebäude einſtürzen, Schiffe mit den ſchwerſten Laſten auf dem Meere fortgetrieben werden, u. ſ. f. Einige dieſer Wirkungen erfährt man an allen Orten, und noch zuhöchſt auf den Bergen, weit über den Wolken; die Luft muß alſo den Erdball rings, und zwar in einer ziemlichen Höhe, umgeben. In ſoweit ſie nun um die Erde ausgegoſſen, und mit vielen fremden Theilen (die wir **Dünſte** nennen) angefüllet iſt, in ſoweit macht ſie die **Atmoſphäre**, oder den **Dunſtkreis** aus. Um ihre vorzügliche Wirkungen genauer zu unterſuchen, und auf den hinreichenden Grund derſelben zu dringen, müſſen wir vorher einige Eigenſchaften der Luft überhaupt kennen lernen.

I. Kapitel.

Von den Eigenſchaften der Luft überhaupt.

§. 365.

Verſuche. Wenn man eine Blaſe, die mit Luft angefüllt, und wohl geſchloſſen iſt, zuſammendrücket, ſo empfindet man einen um ſo größern Widerſtand, je mehr die

Luft in der Blaſe gedrängt iſt. Die Blaſe aber ſelbſt erhält nach dem Drucke jedesmal ihre vorige Figur wieder zurück. 2.) Iſt die Blaſe eben nicht ſo ſehr angefüllt, jedoch wohl geſchloſſen, und bringt man ſie an einen warmen Ort; ſo dehnt ſie ſich mit großer Gewalt aus. 3.) Wenn man ein Gefäß, z. B. eine hohle Sphäre, die mit einer kleinen Oeffnung verſehen iſt, mittels einer Pipe ſchließet, ſie auf einen hohen Berg trägt, und alldort eröffnet: ſo dringt die Luft mit einem Sauſen heraus, und wirft einen leichten Körper, z. B. eine Erde, die man auf den Rand der Oeffnung hinlegt, davon hinweg. 4. Schließt man aber das Gefäß auf dem Berge, und ſpannt ein Häutchen, oder ein Papier über die Oeffnung, ſo werden dieſe Körper einwärts gebogen, ſobald man das Gefäß in die Tiefe hinabbringet. 5.) Die kleinen Luftbläschen, die etwa in einem flüßigen Körper zerſtreut vorhanden ſind, vereinigen ſich nach und nach in eine größere Blaſe: und dieß läßt ſich auf der Oberfläche ſowohl als unter derſelben beobachten.

I. **Die Luft hat eine Federkraft**, durch die ſie ſich ſtäts auszudehnen beſtrebt (Verſ. n. 1. 3.).

II. Dieſes Beſtreben wächſt mit ihrer **Dichtigkeit** (n. 1.), und mit ihrer **Wärme** (n. 2.): es iſt auch an niedern Orten größer, als in der Höhe (n. 4.).

* H. Bouguer (*a*) hat durch ſehr genaue Verſuche entdeckt, daß der Druck der Luft zwar in keinem beſtimmten Verhältniſſe, aber doch überhaupt mit der Höhe derſelben abnehme.

III. **Die Lufttheilchen haben unter ſich einen, obgleich ſehr ſchwachen Zuſammenhang.**

(*a*) L'Acad. des ſciens a Paris 1753.

hang. Das erſte folgt aus n. 5. und das zweyte beweißt die kleine Kraſt, mit der die Luft von einem bewegten Körper getheilet wird.

IV. Die Luft iſt ein flüßiger Körper; denn der geringe Grad des Zuſammenhanges giebt uns die Flüßigkeit zu erkennen (§. 57.).

§. 366.

Die Luft iſt auch ſchwer; denn ſie iſt ein Körper, weil ſie auf unſre Sinne wirkt; nun iſt die Schwere eine allgemeine Eigenſchaft der Körper, folglich ꝛc. Ferner ſteht der Druck der Luft mit der Höhe in einigem Verhältniſſe (vorg. §. II. Anm.); welches nur durch die Schwere erklärt werden kann (§. 201. 202.).

* Schwere, Federkraft, und die anziehenden Kräfte in ganz kleinen Abſtänden machen nun die hinlängliche Urſachen aller Wirkungen, und Meteoren aus, die wir in der Luft beobachten; ich werde alſo dieſe Eigenſchaften inſonderheit, und die dazugehörigen Beobachtungen in ſo vielen Kapiteln unterſuchen. Nur müſſen wir uns vorher einen Begriff von der Luftpumpe verſchaffen.

§. 367.

Die Luftpumpe, ſo, wie ſie Otto Querick in Mitte des 17ten Jahrhunderts erfunden hat, war noch ſehr unvollkommen, und iſt von H. Boyle merklich verbeſſert worden, weßwegen man ihn auch den Erfinder derſelben, und den durch dieſe Maſchiene von Luft geleerten Raum, das Boyletſche Leere (Vacuum Boyleianum) nennet. Zur Vervollkommnerung der Luftpumpe haben auch Hugen,

Nol-

Nollet, und Leupold ſehr vieles beygetragen. Die XXXV. Figur Tab. IV. ſtellt die Luftpumpe des Nollets vor. ABCD iſt ein großer, hohler, durchaus gleichgebohrter, und wohlpolirter Zylinder, welcher oben durch einen engen Hals zu o eine Oeffnung hat, die durch den Hahn LK nach Belieben geſchloſſen, oder geöffnet werden kann. Eben dieſer Hahn LK hat auch noch eine andere ſchiefe Oeffnung ſeitwärts in L, durch welche die Luft aus dem Zylinder tretten kann, indeß die andere Oeffnung in o geſchloſſen iſt. mn iſt eine runde metallene Platte, auf welche man eine gläſerne Glocke über die Oeffnung o ſtellet. In dem Zylinder befindet ſich ein Stempel E, welcher ihn vollkommen ausſüllt, und ſich auf und ab bewegen läßt. Anſtatt des Hahnes bedient man ſich nach einigen neuern Verbeſſerungen der Ventilen, die ſich ſelbſt ſchließen und öffnen, und deßwegen die Verſuche merklich erleichtern. H. Prof. Helſenzrieder hat an der Nolletiſchen eine Fuhrmannswinde, und ſo, daß ſich der Hahn ſelbſt öffnet, und ſchließet, nebſt andern Verbeſſerungen ſehr vortheilhaft angebracht.

I. Wird nun der Stempel E bis BD heruntergezogen, und iſt durch die Gläſerne Glocke alle Communication mit der äußern Luft aufgehoben worden: ſo muß ſich die **Luft**, welche vorher die Glocke ausfüll'e, **durch den ganzen Zylinder ausbreiten**, und **nach dem Verhältniſſe eben dieſes Zylinders verdünnert werden** (§. 365. I.).

II. **Die Glocke ſelbſt muß ſogleich auf die runde Platte ſehr feſt hingedruckt werden**; denn die inwendig verdünnerte Luft drückt jetzt minder, als die äußere, welche noch immer in ihrem vorigen Zuſtande iſt.

III. Wenn

III. Wenn man nun durch eine Wendung des Hahnes die Oeffnung o ſchließt, die andere aber in L eröffnet, und den Stempel wieder auswärts in ſeine vorige Lage ziehet, ſo muß auch die Luft, die ſich von der Glocke in den Zylinder verbreitet hatte, durch die Oeffnung L ausgetrieben werden.

IV. Schließt man die Oeffnung L, daß die Communication des Zylinders mit der Glocke wieder hergeſtellt wird, und zieht man den Stempel wieder abwärts gegen BD: ſo muß die Luft das zweytemal, und ſo, wenn man öfters auf gleiche Weiſe fortfährt, das dritte und viertemal immer mehr und mehr verdünnert werden.

V. Dahin wird man es aber doch niemal bringen können, daß man die Luft gänzlich auspumpe; denn die Verdünnerung geſchieht nur durch die elaſtiſche Ausdehnung der Luft.

VI. Das wiederhollte Herabziehen des Stempels erfordert immer größere Kräfte; weil der Druck der äußern Luft den Druck der im Zylinder beſtändig verdünnerten immer mehr und mehr übertrift. Daher kömmt es auch, daß der Stempel ſich ſelbſt überlaſſen, wieder in den Zylinder hineingeriſſen wird.

II. Kapitel.

Von den Wirkungen der Luft in ſoweit ſie ſchwer iſt.

Die Schwere der Luft äußert ihre Wirkungen hauptſächlich 1.) in dem Torrizellianiſchen Röhrchen,

oder

oder dem ſogenannten **Barometron**: 2.) in dem Gebrauche der **Heber** (Syphonum), 3.) und noch andern **Waſſermaſchinen**. Wir wollen das Nöthige von jedem unterſuchen.

I. Von dem Torrizellianiſchen Röhrchen.

§. 368.

Verſuche. Man nimmt ein kleines beyläufig drey Schuhe langes, gläſernes Röhrchen, und verbindet die obere Oeffnung deſſelben mit der Luftpumpe, die untere aber taucht man in Merkurius; ſobald man die Luft davon auspumpet, ſo fängt der Merkurius an, durch die untere Oeffnung in das Röhrchen aufzuſteigen, und dieſes zwar mit jedem neuen Zuge des Stempels immer mehr und mehr, obgleich in keinem ordentlichen Verhältniſſe. 2.) Füllt man ein anders bey der einen Oeffnung geſchloſſenes Röhrchen ganz mit Merkurius an, und ſenkt es bey der andern Oeffnung behutſam in ein Gefäß, worinn ſich ebenfalls eine kleine Portion Merkurius befindet: ſo wird der Merkurius in dem Röhrchen von ſeiner Höhe ziemlich weit und ſchnell herabſinken, jedoch gleich wieder aufſteigen, wieder ſinken ꝛc. und auf mehrere dergleichen Schwingungen zuletzt (nach Beſchaffenheit des Ortes, und der Witterung) in unſern Gegenden etwa in einer Höhe von 25—28 Zollen ruhig ſtehen. 3.) In eben dieſe Höhe wird der Merkurius von einem mit ihm communicirenden Waſſer gedrückt, das die Höhe von 32 Schuhen hat.

I. Gleichwie die Luft (Verſ. 1.) in dem Röhrchen, bevor man ſie ausgeſogen hat, ſo ſtark auf den Merkurius, in wel-

welchen das Röhrchen getaucht ward, drückte, als die Luft außer dem Röhrchen; eben ſo muß nach dem Auspumpen der Druck der äußern Luft auf eben dieſen Merkurius jenen der innern übertreffen, je mehrere Suctionen man vornimmt; denn der Druck der innern Luft muß mit ihrer Verdünnerung und Ausdehnung ſtäts abnehmen, da die äußere Luft in ihrem natürlichen und vorigen Zuſtande verbleibt.

II. Der von der äußern Luft ſo gedrückte Merkurius alſo muß bey jedem neuen Zuge der Luftpumpe ſo lange erhöhet werden, bis ſeine Schwere dem Uebermaße des Druckes von der äußern, über jenen von der innern Luft gleich kömmt. Das Gleichgewicht aber mit der äußern Luft wird durch den Merkurius, und durch die innere Luft zugleich erhalten.

III. Man wird den Merkurius mittels der Luftpumpe nie zu derjenigen Höhe bringen, wo ſeine Schwere dem ganzen Drucke der äußern Luft gleich wäre; weil man niemal alle Luft aus dem Röhrchen ſchaffen kann (§. vorg. V.).

IV. Bey dem zweyten Verſuche hingegen erhält man einen vollkommen luftleeren Raum; folglich muß die Höhe des Merkurius hier größer ſeyn, denn vorhin, wo man die Luft nur verdünnern konnte: und der Druck deſſelben hält dem Drucke der äußern Luft das Gleichgewicht. Die wiederholten Schwingungen ſind Folgen der Beſchleunigten Bewegung (§. 152. II. §. 225.), und die Ruhe iſt vor der Herſtellung des Gleichgewichtes zwiſchen Luft und Merkurius nicht wohl möglich.

V. Da nun das Waſſer den Merkurius eben in die Höhe drückt (wenn es 32 Schuhe hoch iſt), in welche ihn die Luft erhebt (Verſ. n. 3.); ſo folgt es ganz richtig, daß die **Luft dem 32 Schuhe hohen Waſſer das Gleichgewicht halte.**

VI. **Die Erhöhung des Merkurius geſchieht** nicht durch das elaſtiſche Beſtreben der Luft, ſich auszudehnen: ſondern **blos durch den Druck der Schwere;** denn es müßte der Merkurius erhöhet werden, im Falle, daß die Luft auch nicht elaſtiſch wäre, indem der Druck der Schwere zureichend iſt (V.). Und ſodann iſt das elaſtiſche Beſtreben der Luft, ſo wie ein ferneres Zuſammendrücken derſelben vor der Erhöhung des Merkurius ſo wenig, als ein größerer Widerſtand des Merkurius gegen die Luft möglich, und nur mit der Erhöhung wächſt der Widerſtand, und das Zuſammendrücken; nach jedesmaliger Erhöhung aber verhält ſich das Zuſammendrücken gerade wie der Widerſtand des Merkurius, und kann folglich zur Erhöhung nichts beytragen.

VII. **Auf dieſe Weiſe läßt ſich alſo die Schwere der Luft genau meſſen;** denn die Luftſäule, die auf den Merkurius drückt, iſt ſo ſchwer, als die merkurialiſche Säule in dem Röhrchen; und die ganze Atmoſphäre der Erde beſitzt eben die Schwere, welche dem Merkurius zukäme, wenn er die Erde rings in einer Höhe von 25 — 28 Zollen umgeben ſollte.

§. 369.

VIII. Es iſt daher ein Inſtrument möglich, wodurch man die Schwere der Luft meſſen kann, das iſt, ein **Baro-**

me-

metron, und dieſes beſteht aus einem gläſernen Röhrchen, das man auf die (§. vorg. n. 2.) angezeigte Weiſe mit Merkurius füllet, welcher durch den Druck von der Schwere der Luft aufrecht erhalten wird, und nach verſchiedenem Zuwachſe oder Verlurſte dieſer Schwere verhältnißmäßig ſteigt oder fällt.

IX. **Die wahre Höhe des Merkurius muß man von der Oberfläche des im untern Gefäße ſtehenden Merkurius zu berechnen anfangen.** Deswegen iſt es ſehr vortheilhaft, wenn man ein **bewegliches** Stäbchen anbringt, worauf die Grade gezeichnet ſind, damit der unterſte Theil dieſes Stäbchens bey jeder Beobachtung allemal auf die Oberfläche des untern Merkurius hingeſchoben werden kann; ſobald der Merkurius in dem Röhrchen fällt, ſo muß er im untern Gefäße erhöhet werden, und im Gegentheile ꝛc.

* Den Unrichtigkeiten, die in der Beſtimmung der wahren Höhe des Merkurius unterlaufen können, haben die Phyſiker auf verſchiedene Weiſen vorzubeugen geſucht. 1.) Sie bedienten ſich eines größern Gefäßes für den untern Merkurius, damit die Oberfläche von dieſem nicht merklich erhöhet, oder erniedrigt würde, wenn jener in dem Röhrchen fiel oder ſtieg. 2.) Sie krümmten unten das Röhrchen (deſſen Durchmeſſer durchaus gleich ſeyn muß), daß es einen communicirenden Tubus ähnlich wurde, und zohen von der beobachteten Höhe diejenige ab, die der Merkurius in dem untern und kürzern Theile neuerdings erhielt ꝛc. (*a*) 3.) Bernoull hat dem Röhrchen

(*a*) Erxleben Anfangsgr. der Naturl. 7. Abſch. §. 267.

chen oben eine Erweiterung gegeben, und 4.) Cartes noch über dieſe Erweiterung ein enges mit einem leichten flüßigen Körper gefülltes Röhrchen angebracht. 5.) Bülſfinger hat daſſelbe in das Waſſer verſenkt ꝛc.

X. Der Druck der flüßigen Körper verhält ſich jedesmal, wie ihre ſenkrechte Höhe, und iſt in gleicher Höhe durchaus gleich (§§. 201. 203.); das Röhrchen des Barometers kann alſo zerſchiedene Neigungen erhalten, damit man auch die kleinſten Aenderungen in der Höhe des Merkurius wahrnehmen könne. Auch folgt, daß der Merkurius in einem Zimmer in eben der Höhe ſtehen muß, in welcher er außer demſelben ſtünde.

XI. So lange wir auf den Druck der Luft alleine hinſehen, muß der Merkurius in jedem Röhrchen, es mag der Durchmeſſer deſſelben groß oder klein ſeyn, ſtäts die nämliche Höhe behaupten. Wenn ſich alſo das Gegentheil bey **ſehr engen Röhrchen** zeigt, und wenn er in denſelben tiefer ſteht, ſo muß man dieß nicht dem Drucke der Luft, ſondern den Geſetzen der Haarröhrchen (§§. 205. 209.) zuſchreiben.

* Die verſchiedenen Arten von Barometern werde ich mündlich erklären, auch einige hieher gehörige Zweifel auflöſen, z. B. warum ich eine Schwere empfinde, die der Schwere des Merkurius gleich iſt, wenn ich das Röhrchen aus dem untern Gefäße erhebe, obgleich der Merkurius ſelbſt nicht auf meine Hand wirken kann. 2.) Warum man dieſe Schwere nicht ganz fühlt; wenn das Röhrchen die gewöhnliche Länge der merkurialiſchen Säule nicht hat u. ſ. w.

§. 370.

Fernere Beobachtungen und Verſuche von den Aenderungen der Merkuriushöhe im Barometron. 1.) Nach einer genauen Berechnung der Beobachtungen von zehen Jahren her hat man in der hieſigen Gegend von Ingolſtadt die mittere Höhe des Merkurius im Barometron = 27̈, 3 gefunden. 2.) Von dieſer aber weicht der Merkurius zwar öſters, doch nie weder abwärts, noch aufwärts über 2 ab. 3.) Dieſe Aenderungen, ob ſie gleich nicht allgemein mit den Winden, oder dem Regen eintreffen, ſo geſchieht es doch wenigſtens vielmal, daß der Merkurius bey einem annahenden Regen, oder trüben Wetter zuſinken, und bey heitern Tagen zu ſteigen anfängt. Beydes beobachtet man auch bey großen Winden. 4.) Er fällt manchesmal nach dem ſtärkſten Regen nicht im geringſten, ja er ſteigt ſogar in die Höhe. 5.) Ein andermal bemerkt man die größten Veränderungen, wenn ſchon die ganze Atmoſphäre ruhig, und ohne Bewegung zu ſeyn ſcheint.

I. Die Urſache der Aenderungen im Barometron muß wahrſcheinlich mit den Winden, mit der heitern, oder trüben Luft einige, was immer für eine Verbindung haben.

II. Die Vermehrung oder Verminderung der Elaſticität der Luft nach Verſchiedenheit der Witterung, kann den Grund von dem wechſelweiſen Steigen und Fallen des Merkurius nicht enthalten, ſo wenig als dieſe Elaſticität jemal zur Erhöhung des Merkurius etwas beytragen kann (§. vorg. VI.). Man würde die ganze Hypotheſe aus dem Geſichte ſetzen, wenn man hier eine Gleichheit mit dem elaſtiſchen Drucke einer eingeſchloſſenen Luft machen wollte, die von allen Sei-

ten

ken einen unüberwindlichen Widerſtand hat, und ſich blos gegen den Merkurius ausdehnen kann.

III. Wenn die Richtung der bewegten Luft, und der **Winde abwärts**, und einigermaſſen ſenkrecht auf den Merkurius hingehet, ſo muß dieſer aufſteigen; im Gegentheile aber fallen, wenn die Winde von unten **aufwärts** wehen; denn im erſten Falle kömmt zum Drucke der Schwere noch die Geſchwindigkeit der Luft, welche den Merkurius nothwendig in eine größere Höhe treibt. Dieß hat im zweyten Falle nicht ſtatt; denn hier kann ſich nicht einmal der ganze Druck der Schwere auf den Merkurius äußern, indem die entgegengeſetzte Geſchwindigkeit des Winds von unten auf, einen merklichen Theil dieſes Druckes hemmt, wodurch das Fallen des Merkurius folgen muß. Es mag alſo wohl ſeyn, daß die Winde ſehr oft einen Einfluß auf die verſchiedene Höhe des Merkurius haben, ohne daß man ſie aber deßwegen für den allgemeinen und einzigen Grund angeben kann (Beob. 5.).

IV. **Die Dünſte, welche in die Luft aufſteigen, können die Höhe des Merkurius unmittelbar nicht merklich abändern;** denn in einem einzigen Tage dünſtet nicht mehr Waſſer als 3''' aus, wie ich dieſes an einem andern Orte durch genaue Verſuche zeigen werde. Von dieſen 3''' ſelbſt aber fällt jedesmal zu Nachts ein großer Theil auf die Erde zurück, ohne noch jene Quantität in die Rechnung zu bringen, welche von den Pflanzen eingeſogen wird. Da ſich nun die ſpecifiſche Schwere des Merkurius zu jener des Waſſers verhält = 14 : 1 (§. 217.): ſo könnte auch alsdann, wann die Ausdünſtung auf der ganzen Oberfläche der Erde den völligen Tag über anhielte, und

durch=

durchaus 3 Linien vom Waſſer in die Luft übergiengen, die Höhe des Merkurius nur um $\frac{3'''}{14}$ vermehret werden, d. i. ſie würde kaum merklich ſeyn.

V. **Der Druck der Luft kann auch nach einem ſehr häufigen Regen nicht viel gemindert ſeyn;** denn 1.) ſteigen ſelbſt unter dem Regen immer wieder neue Dünſte auf. 2.) Muß es einen ganzen Tag hindurch ſehr dicht regnen, wenn das Regenwaſſer eine Höhe von 6''' erreichen ſoll; mithin könnte der Merkurius, wenn wir auch annehmen, daß dieſer Verlurſt durch nichts erſetzet wird, nur um $\frac{6'''}{14}$ d. i. keine $\frac{1'''}{2}$ ſinken. Es läßt ſich alſo die Abänderung in der Höhe, die manchesmal 2 — 3 Linien beträgt, auf keine Weiſe durch den Regen erklären. Eben das erhellt auch aus der vierten Beobachtung.

* Alle dieſe Sätze erklären zwar, daß man den allgemein hinreichenden Grund in gewiſſen Stücken, nämlich in der Claſticität, Winden, Regen ꝛc. nicht antreffe; allein dadurch bleibt es noch immer unentſchieden: in wem man dieſen hinreichenden Grund eigentlich ſuchen müſſe. Ich will es gar nicht wagen, hierinne eine entſcheidende Antwort zu geben, bloße Muthmaſſungen will ich anführen. 1.) Wenn uns ſchon die untere Atmoſphäre ſehr ruhig zu ſeyn dünkt, können dennoch die Winde in den höhern Theilen der Luft ganz verſchiedene Richtungen haben, folglich den Druck derſelben unmittelbar vermehren, oder vermindern (III.); ja, wenn ſie von entgegengeſetzten Richtungen herwehen, ſo müſſen ſie die Luft an einem Orte in der Atmoſphäre aufhäuſen, und dadurch ihr Gewicht in dieſer Gegend vermehren. 2.) Wenn

ſich

ſich in einer andern Gegend die zuvor aufgelößten Dünſte durch die ganze Höhe der Atmoſphäre von der Luft abſöndern, und in eine Bewegung verſetzt werden, durch welche ſie ineinander zuſammenfließen, ſo muß der Druck durch dieſelbe ganze Höhe merklich ſchwächer werden; denn die Kraft, mit welcher ſich die Waſſertheilchen bewegen, bewirket keinen Druck. Ich weiß zwar, daß Deſagulier die Unzulänglichkeit dieſer Erklärung durch einen wirklichen Niederſchlag eines aufgelößten Metalles erprobt zu haben glaube; allein ich kann ſein Experiment noch nicht für entſcheidend anſehen, weil es ſich bey dem Luft ganz anders als in ſo einem Präcipitat verhält; denn hier fallen die Theile nur in einem ganz kleinen Raume, und nur nach und nach; folglich müſſen diejenigen, welche gleich anfangs von dem Auflöſungsmittel ſind abgeſöndert worden, ſchon auf den Boden des Gefäßes drücken, bevor ſich andere noch zu bewegen angefangen haben; und ſo werden nie merkliche viele Theile zugleich in die Bewegung kommen. Eine ganz andere Beſchaffenheit hat es mit den Waſſertheilchen, welche immer in ſehr großer Menge in der Luft vorhanden ſind, und nicht ſelten durch die ganze Höhe der Atmoſphäre in eine obgleich ſehr langſame Bewegung gebracht werden können. Ferner muß man hier bemerken: daß auch durch den dickſten Regen nur ein ganz kleiner Theil der Dünſte, die ſich zu bewegen angefangen haben, aus der Luft herabfalle; die übrigen aber nach und nach vollkommen wieder aufgelößt werden. Dieſes wird uns deutlicher werden, wenn wir die Natur der Dünſte genauer unterſuchet haben. 3.) Bricht aus der Erde wegen

einer

einer unterirrdiſchen Gährung, oder aus was immer für einer Urſache, eine gewiſſe Maſſe Luft hervor, muß dieſe nothwendig den Druck vermehren, und den Merkurius erhöhen. Herentgegen müßte der Druck vermindert werden, und der Merkurius fallen, wenn etwa von einer unter der Erde neuerdings eröfneten Höhle viele Luft verſchlungen würde. 4.) Wird die Luft aus was immer für einer Urſache merklich erkältet; ſo kann zwar ihr Innbegriff, und ihre Höhe, nicht aber auch der Druck kleiner werden; denn was hier der Höhe mangelt, das erſetzt die ſpecifiſche Schwere, oder die Dichtigkeit. Wenn ſich nun die Luft durch die Kälte zuſammenzieht, ſo muß die vorige Höhe durch neue zufließende Luft hergeſtellt werden, und eben darum der Druck zunehmen. Dieß mag wohl die Urſache ſeyn, warum der Merkurius bey einer großen Kälte aufſteiget. 5.) Sollte aber in der höhern Atmoſphäre eine große Hitze entſtehen (welches dort meiſtentheils geſchieht, wenn die Luft mit vielen Dünſten angefüllt iſt, in welchen die Lichttheilchen gebrochen, und aufgefangen werden (§. 254. Anm. 2. §. 299. II.), ſo dehnt ſich die Luft in einen größern Raum aus, und fließt auf alle Seiten hin, welches die Verringerung des Druckes nothwendig nach ſich zieht.

VI. Dieſe Erklärungen erhalten dadurch eine große Wahrſcheinlichkeit, daß die Abſönderung der Dünſte aus der Luft, die fernere Auflöſung derſelben, und die Winde mit der heitern und trüben oder regneriſchen Witterung ganz gewiß in einigem Verbindniſſe ſtehen (I.).

§. 371.

§. 371.

Verſuche. Wenn man an dem einen Arm einer empfindlichen Wage eine große, und wohlgeſchloſſene gläſerne oder metallene hohle Kugel aufhängt, und ihr an dem andern Arme von einem dichten Körper das Gleichgewicht halten läßt, ſo beobachtet man zu verſchiedenen Zeiten bald das Aufſteigen, bald das Sinken dieſer Sphäre.

I. Dieſe Erſcheinung muß man der verſchiedenen Dichtigkeit, und Lockernheit der äußern Luft zuſchreiben, wodurch die in der Kugel befindliche bald ſpecifiſch leichter, bald ſpecifiſch ſchwerer als die äußere wird; denn iſt **die äußere Luft dichter, ſo wird die Kugel ſteigen, und im Gegentheile fallen, wenn jene lockerer iſt** (§. 214.).

II. Man kann alſo durch dieſes Inſtrument die reſpective Dichtigkeit, und Lockernheit, oder was eines iſt, die Aenderungen der ſpecifiſchen Schwere der Luft meſſen; weßwegen man es ein **Manometron** nennet.

* Die Phyſiker geben verſchiedene Arten von dergleichen Manometern an; das hier beſchriebene ſcheint noch das beſte zu ſeyn, und iſt die Erfindung des Otto Guerickś.

II. Von dem Heber. (Siphone).

§. 372.

Verſuche. Jedermann kennt das Inſtrument, von deſſen Gebrauche wir hier den hinlänglichen Grund in der

Schwere

Schwere der Luft aufzuſuchen gedenken. Es iſt nämlich ein blechernes oder gläſernes ꝛc. Rohr, das unter was immer für einen Winkel gebogen iſt. Man taucht die eine Oeffnung davon in einen flüßigen Körper z. B. in das Waſſer, die andere ſetzt man an den Mund, und zieht die Luft, die ſich in dieſem Rohre befindet, an ſich; ſogleich ſteigt das Waſſer in das Rohr auf, und füllt es ganz aus, wenn anders die Höhe deſſelben nicht zugroß iſt. 2.) Es fließt ſogar bey der Oeffnung, wo man die Luft ausſauget, beſtändig, und ſolange heraus, als die andere Oeffnung in das Waſſer getaucht iſt; wenn nur derjenige Arm des Rohres, welcher im Waſſer ſtehet, eine kleinere Höhe hat, als der andere, durch den das Waſſer ausfließen ſoll. 3.) Jedoch wenn die beyden Arme gleiche Höhen haben, oder menn die Höhe des eingetauchten Armes größer iſt, als jene des andern; ſo wird das Rohr im erſten Falle zwar gänzlich mit Waſſer angefüllt werden, aber doch keines davon ausfließen: im zweyten Falle hingegen wird das Waſſer nur bis zu einer beſtimmten Höhe in dem eingetauchten Arme aufſteigen, ſolange man die Luft an ſich zieht; und es fällt allerdings wieder zurück, wenn man Luft bey der vordern Oeffnung einläßt. 4.) Alles das erfolgt auf eine ähnliche Weiſe, wenn die beyden Arme des Rohres ſchon vor dem Eintauchen mit Waſſer gefüllt ſind, und der eine davon in den flüßigen Körper geſenket wird.

I. **Die Schwere der Luft iſt die hinlängliche Urſache, welche das Aufſteigen des flüßigen Körpers in das Rohr, nach der Verdünnerung der darinne vorhandenen Luft bewirket;** denn der flüßige Körper wird

von der Luft mit einer Gewalt gedrücket, welche dem Drucke des Merkurius in einer Höhe von 25 — 28 Zollen gleich iſt (§. 368. n. 2. und IV.); da ſie nun von der verdünnerten Luft im Rohre keinen gleichen Widerſtand hat, ſo muß ſie den flüßigen Körper ſo lange erhöhen, bis deſſen Schwere, und der Druck der innern verdünnerten Luft, ihrem äußern Drucke das Gleichgewicht haltet. Geſchieht dieß, bevor der flüßige Körper die ganze Höhe des erſten Armes erſtiegen hat, ſo kann das ganze Rohr unmöglich mit demſelben angefüllt werden; und das, was ſchon aufgeſtiegen iſt, muß wieder durch ſeine eigene Schwere zurückfließen, ſo bald man die Luft auf beyden Seiten frey drücken läßt. (Verſ. 1. 3.)

II. **Sind die Arme des Rohrs gleich hoch**, ſo kann der flüßige Körper weder in das Gefäß, aus dem er aufſtieg, zurückfallen, noch durch die vordere Oeffnung ausflieſſen; weil der Druck der Luft ſowohl, als des Waſſers auf beyden Seiten gleich iſt. Sollte ſich aber ein Theil des Waſſers im Rohre von dem andern trennen; ſo müßte dazwiſchen ein luftleerer Raum entſtehen: dieß macht aber der Druck der äußern Luft unmöglich.

III. **Wenn die Höhe des vordern Armes jene des eingetauchten übertrift; ſo iſt das Ausfließen des Waſſers eine unausbleibliche Folge;** denn obgleich der Druck der Luft beyderſeits gleich iſt; ſo iſt doch die Schwere des Waſſers im höhern Arme größer: und weil dieſe Urſache immer anhält, ſo fließt es ſo lange fort, als der niedere Arm eingetaucht iſt (Verſ. n. 2.).

IV.

IV. Man begreiſt hieraus leicht, warum die Folgen die nämlichen ſind, woferne man das Rohr ſchon vor dem Eintauchen mit Waſſer füllet.

V. Da es ferner in dieſen Verſuchen auf die Höhe des flüßigen Körpers alleine ankömmt; ſo kann nichts daran gelegen ſeyn, unter welchem Winkel das Rohr gebogen iſt (n. 1.). Die beyden Arme des Rohrs mögen auch ſo lange ſeyn, als ſie wollen, wenn ſie nur die Höhe von 32 Zollen (oder überhaupt jene, in welcher der flüßige Körper mit der Luft im Gleichgewichte ſtehet), nie überſteigen, ſo müſſen die Wirkungen immer alle noch erfolgen (III.).

VI. Wir haben alſo die Möglichkeit, und den hinreichenden Grund von dem Gebrauche eines Inſtrumentes gezeiget, wodurch man die Erhöhung, und das Ausfließen flüßiger Körper bewirket, und alſo ohne Mühe aus dem Faße hebet: man nennet alſo es mit Recht einen Heber, im Lateiniſchen Sipho.

* Man hat aber neben der hier beſchriebenen auch noch eine andere ſehr gewöhnliche Art vom Heber, welche aus einem Gefäße beſteht, welches unten und oben mit einer Oeffnung verſehen iſt, und das ſich unten in ein enges Röhrchen endiget. Man ſenkt es in den flüßigen Körper, z. B. ins Waſſer, wo es von demſelben bis zu der Höhe gefüllt wird, in die man es verſenket; man legt alsdann den Daum auf die obere Oeffnung, und zieht es aus dem flüßigen Körper heraus. Vom Anfange wird eine kleine Portion durch die untere Oeffnung ausfließen; weil aber die Luft zwiſchen dem Daumen, und dem flüßigen

gen Körper ſogleich verdünnert wird, indem ſie ſich beſſer ausdehnen kann: ſo wird das Ausfließen in einem Augenblicke unmöglich, und das Waſſer kann durch dieſes Gefäß in jedes andere übertragen werden.

. Aus der Anwendung dieſer Erklärungen kann man die Urſache vieler anderer Erfahrungeu errathen, z. B. Warum aus der untern Oeffnung eines Faßes, oder eines andern Geſchirres, von was immer für einer Geſtalt, nichts fließe, wenn daſſelbe übrigens wohl geſchloſſen iſt. 2.) Warum die Schräpfköpfe an der Haut hangen bleiben, nachdem man die Luft durch die Flamme verdünnert hat u. ſ. f.

III. Von den Waſſermaſchinen.

Ich werde hier nur diejenigen Waſſermaſchinen anführen, bey deren Gebrauch der Druck der Luft etwas beyträgt.

§. 373.

Ein hohler Cylinder, in welchem ſich ein beweglicher und genau paſſender Stempel befindet, und welcher unten nur eine kleine Oeffnung hat, werde bey eben dieſer Oeffnung in das Waſſer getaucht; der Stempel aber von derſelben hinweg in die Höhe gezogen: ſogleich entſteht in dem Zylinder ein luftleerer Raum, in welchen die äußere Luft das Waſſer hineindrücken wird (§. 368. II.). Dieſes bleibt auch noch darinne, wenn man den Cylinder aus dem Waſſer erhebt (§. 272. II.). Sobald man aber den Stempel wieder abwärts drücket, ſo ſpringt das Waſſer mit einer Gewalt, die dem Drucke gleich

iſt,

iſt, zu der kleinen Oeffnung heraus. Dieſe Maſchine nennt man ſchlechthin eine **Spritze**.

2.) Setzen wir, daß dieſen Cylinder ein beweglicher Stempel ausfülle, der mit einer **Klappe** verſehen iſt, welche ſich nur aufwärts, d. i. nur alsdenn öffnet, wenn der Stempel dem in den Cylinder eingedrungenen Waſſer entgegengedrückt wird; welche ſich aber genau ſchließt, wenn man den Stempel aufwärts zieht. Eben ſo eine **Klappe** bringe man **bey der Oeffnung des Zylinders** an, wo das Waſſer eindringen ſoll: dieſe muß ſich öffnen, wenn man den Stempel in die Höhe zieht: und ſchließen, wenn man ihn niederdrücket. Auf dieſe Weiſe wird ſich das Waſſer bey dem Aufziehen in den Cylinder, und bey dem Niederdrücken nach und nach bis über den Stempel ſelbſt hinauf begeben. Dieß möchte uns den Bau eines **Pumpbrunnes** faßlich machen: es wird beyläuftig auf die folgende Weiſe dabey verfahren. Man befeſtiget den beſagten Cylinder, welcher der **Stiefel** genannt wird, in einer langen hölzernen Röhre, oder ſogenannten Teiche, entweders ganz unten am Ende derſelben, wo man ſie in das Waſſer verſenkt: oder auch etwas höher oben, jedoch nicht über leicht 30 Schuhe ober dem Waſſer. Den beweglichen Stempel, der ſich im Stiefel befindet, vereinigt man mittels einer eiſernen Stange mit einem Hebel. Ueber dem Stiefel macht man eine Oeffnung in die Seite der Täuche, und ſteckt ein kleines Rohr hinein. Sobald man zu pumpen anfängt, erhebt ſich das Waſſer (entweders unmittelbar, oder nur nach und nach, wenn nämlich der Stiefel höher in die Täuche eingeſetzt iſt) in den Stiefel, und bey dem Niederdrücken über den Stempel hinauf, wo es alsdenn bey der Oeffnung in der Teiche durch das kleine Rohr ausfließet.

* Wie die Klappen, und ihre verſchiedenen Arten beſchaffen ſeyn, das wird ſich leichter in den Modellen zeigen, als durch Worte erklären laſſen. Ich werde hieneben auch die nützlichen Dienſte der Hebel, in Bewegung des Stempels, und die Fehler bemerken, die man bey ſehr vielen dergleichen Brünnen antrifft.

3.) Würde man ſtatt der Klappe an dem Stempel unten eine andere, bey einer in die Seite des Stiefels gebohrten Oeffnung anbringen, und mit dieſer Oeffnung ein Rohr, oder einen Schlauch verbinden: ſo könnte man durch den Druck des Stempels das Waſſer bis in die höchſten Orte treiben; wenn nur die Beſtandtheile dieſer Maſchine feſt, und der Druck heftig genug iſt. Um häufigeres Waſſer zu erhalten, treibt man es aus mehrern Stieſeln in ein gemeinſchaftliches Rohr zuſammen, und die Stempeln können mit einem Hebel ſo verbunden werden, daß der andere allemal in die Höhe ſteige, wenn der einte niedergedrückt wird. So ſind diejenigen Waſſermaſchinen gebaut, die unter dem gemeinen Name **Druckwerke** vorkommen.

4.) Auch die **Feuerſpritzen** ſind nichts als **dergleichen Druckwerke.** Es ſtehen nämlich ein oder zween Stiefel in einem Kanale, in welchen immer neues Waſſer zugeſchüttet werden muß. Durch dieſelben wird das Waſſer entweders unmittelbar in ein gemeinſchaftliches Rohr, und von da in den beſtimmten Ort getrieben; oder man pumpet aus beyden Stiefeln das Waſſer in einen **Windkeſſel** (d. i. in einen durchaus geſchloſſenen, und mit Luft gefüllten metallenen Keſſel), und läßt es von der zuſammengepreßten Luft in ein Rohr, welches durch den Keſſel geht, und mit der

untern

untern Oeffnung im Waſſer ſtehet, hineindrücken, und nach jeder Richtung des Rohres hintreiben.

§. 374.

Die hinreichende Urſache dieſer Wirkungen kann man ohne weiters aus den vorgehenden §§. verſtehen. Jedoch die Bewegung des Waſſers mit Hilfe des Windkeſſels iſt eine Wirkung von der Elaſticität der Luft, die dazu dient, daß das Ausfließen des Waſſers anhaltend ſey (da man es im Gegentheile unmittelbar aus den Stiefeln nur gußweiſe erhält, ſo, wie die Stempel wechſelweiſe niedergedrückt werden); denn die Luft, welche in dem Keſſel vollkommen eingeſchloſſen iſt, und durch beſtändig zufließendes Waſſer immer zuſammengepreßt wird, drückt mit anhaltender Schnellkraft auf das Waſſer, welches nothwendig durch die Oeffnung des eingeſenkten Rohres auffſteiget, und nach jeder beliebigen Richtung, die man dem Rohre, oder einem damit verbundenen Schlauche giebt, hingetrieben werden kann.

* Eine genaue Beſchreibung der Feuerſpritze, und viele Verbeſſerungen an derſelben, findet man in der Hydraulick des H. Karſten (*a*), und in der zu Erfurth gekrönnten Preisſchrift des H. Prof. Helfenzrieders (*b*). Die letztere enthält ſonderbar zwo neue Erfindungen. Die erſte beſteht darinne, daß er dem Rohre dort, wo das Waſſer ausfließen ſoll, vermittels eines beweglichen Riegels verſchiedene Oeffnungen giebt, damit das Waſſer nach Verſchiedenheit der Umſtände höher oder niederer getrieben, und in der gehörigen Menge

 erhal=

(*a*) Lehrbegriff der geſammten Mathem. und auch in einer beſondern Abhandlung.

(*b*) Abhandlung von Verbeſſerung der Feuerſpritzen. Ingolſtadt 1778.

erhalten werden kann. Zweytens hat er den Stempel ſo eingerichtet, daß derſelbe nothwendig den Stiefel vollkommen ausfüllen muß; indem er ihn mit einer kleinen Klappe verſehen hat, durch welche Waſſer hineindringen kann, das nebſt der darinne befindlichen Luft das Leder beſtändig ausdehnt, und anſchwellet.

** Wer die bisher von §. 369. beſchriebenen Wirkungen, und ihre Erklärungen wohl einſieht, der begreift auch ohne beſondere Beſchwerniß alles das, was man bey den Magdeburgiſchen Halbkugeln beobachtet. Man vereinigt zwo genau aufeinanderpaſſende Halbkugeln, und zieht bey einer Oeffnung derſelben die Luft mittels der Luftpumpe aus; ſchließt ihre Oeffnung mit einem Hahne, und der Druck der äußern Luft hält ſie ſo ſtark vereinigt beyſammen, daß viele Gewichter nicht im Stande ſind, ſie voneinander zu trennen; ſobald man ſie aber in luftleeren Raum bringt, ſo fallen ſie ohne weiters ſelbſt auseinander. Es iſt merkwürdig, daß dieſes Experiment das erſte war, welches den Otto Querik in der Meinung beſtärket hat, daß die Luft ſchwer und elaſtiſch seyn müſſe. Anſtatt der Kugeln braucht man jetzt linſenförmige Gefäſſe, die mit der Kugel den nämlichen Durchmeſſer; aber doch um viel weniger Luft faſſen.

III. Kapitel.

Von den Wirkungen der Luft, in ſoweit ſie elaſtiſch iſt.

Die Luft äußert ihre Elaſticität 1.) in gewiſſen Wirkungen, welche nur alsdenn möglich ſind, wenn ſie eingeſchloſſen, und von andern Körpern umgeben iſt, z. B. im

Erd-

Erdbeben ꝛc. 2.) Andere Wirkungen dieſer Elaſticität ſind allgemeiner, und gehen in jedweder Luft vor, wo dieſe immer in einer größern Menge vorhanden iſt; ſie mag nun wohl eingeſchloſſen, oder frey ſeyn; doch werden ſie meiſtentheils nur in der freyen Luft beobachtet. Dergleichen ſind die Winde, und der Schall.

I. Von den Wirkungen der elaſtiſchen Luft, bloß, wenn ſie eingeſchloſſen iſt.

§. 375.

Wenn die Luft von andern Körpern rings eingeſchloſſen iſt, und ſie eine Wirkung auf dieſelben durch ihre elaſtiſche Kraft machen ſoll: ſo muß dieß entweder wegen einem größern Zuſammendrücken der Luft, oder wegen einer ſtärkern Ausdehnung durch die Wärme geſchehen. In beyden Fällen aber muß der einſchließende Körper 1.) ſofern er einer Ausdehnung fähig iſt, mit einer Kraft ausgedehnt werden, die dem Uebermaße der Dichtigkeit von der gepreßten, oder der Elaſticität von der erwärmten Luft gleich iſt. 2.) Können aber die Wände z. B. eines Gefäßes, worinne die Luft eingeſchloſſen iſt, nicht ausgedehnt werden, ſo iſt wenigſtens der Druck nach allen Richtungen, und alle Theile in dem beſchriebenen Maße. 3.) Das Gefäß würde alſo zerbrechen müſſen, wenn der Zuſammenhang der Theile ſchwächer, als der Druck der Luft ſeyn ſollte. 4.) Würde man in einem dergleichen Geſchirre Waſſer mit Luft einſchließen, und ſodann eine ganz kleine Oeffnung in daſſelbe machen: ſo müßte das Waſſer mit einer Geſchwindigkeit hervorſpringen,

die der drückenden Kraft der Luft gleich käme. Dieſe Sätze bedärfen keines neuen Beweiſes; denn ſie folgen unmittelbar aus den Geſetzen des Gleichgewichtes, und aus den ſchon bewieſenen Eigenſchaften der Luft (§. 365. I. II.).

* Das Verhältniß, in welchem die Kraft ſich auszudehnen, in der Luft zunimmt, wenn ſie verdicket, oder erwärmet wird, ſcheint zwar eben noch nicht beſtimmt zu ſeyn, wenigſtens, da von der Ausdehnung durch die Wärme die Rede iſt; allein, zur Wahrheit der gegenwärtigen Sätze, und zur Erklärung nachſtehender Wirkungen iſt es uns erklecklich, daß die beſagte Kraft überhaupt, und ſchlechthin mit der Verdickung, und Wärme der Luft wachſe. Daraus läßt ſich ſchon erklären, 1.) wie man durch die Verdickung der Luft, auch nur durch das Einblaſen mit dem Munde, noch mehr aber durch eine Spritze, oder durch eine Luftpumpe erhalten kann, daß das Waſſer aus jedem geſchloſſenen Gefäße durch die Oeffnung eines kleinen Röhrchens auch längere Zeit über hervorſpringe. 2.) Wie man eben dieſes Springen des Waſſers durch den ſogenannten Heronsbrunnen (Fons Heronis) bewirke; indem man nämlich durch ein Röhrchen Waſſer von oben in ein tiefer ſtehendes Geſchirr gießet, welches die darinne befindliche Luft in ein anders ſchon mit Waſſer gefülltes Gefäß in die Höhe treibet, und ſie zuſammendrücket, wodurch das obere Waſſer nothwendig bey der Oeffnung ſeines Gefäſſes hervorſpringen muß. 3.) Die Einrichtung, und die Wirkungen einer Windbüchſe werden uns nun kein Geheimniß mehr ſeyn, wenn wir ein bischen Aufmerkſamkeit darauf verwenden wollen. 4.) Eben ſo leicht begreift man aus den obigen Sätzen: warum

warum aus einer etwas größern hohlen Sphäre, wenn man ſie erwärmet, ein ſanfter Wind bey der Oeffnung hervorkomme, oder 5.) warum die erwärmte Luft das Waſſer aus dem ſogenannten Aeolusballe (Pila Æoli), welcher eben auch nichts, als ſo eine hohle Sphäre iſt, mit der größten Heftigkeit herausdrücke. Dergleichen Experimente ließ ſich hier noch eine Menge anführen, die wir aber wohl entbehren, und für die mündlichen Erklärungen vorbehalten können; wobey ich auch ſonderbar die vielerley Einrichtungen der angeführten Werkzeuge erklären werde.

§. 376.

Erfahrungen von dem, was wir das Erdbeben nennen. I. Es wird oft eine lange, und weite Strecke unſerer Erde in eine ungewöhnliche Bewegung verſetzt, welches durch einen gählingen Stoß bald durch eine gewiſſe Art von Zittern, und nicht ſelten auch durch Hin- und Herwiegen der Gebäude ꝛc. (ſo, wie die Bewegung eines Kahnes oder Schiffes auf dem Waſſer iſt) zu geſchehen pflegt. II. **Vor dieſer Erſcheinung** beobachtet man insgemein 1.) daß ſulphuriſche Dünſte mit einem ſtinkenden Geruche von der Erde aufſteigen: 2.) daß das Waſſer im Meere, und in den Flüſſen aufwalle: 3.) daß auf einmal eine große Anzahl Inſekten aus der Erde hervorkommen, die ſich ſonſt auf der Oberfläche der Erde nicht ſo leicht zeigen. 4.) Es läßt ſich auch ein unterirrdiſches Getöſe vernehmen. III. **Unter dem wirklichen Erdbeben** zerreißt 1.) manchesmal die Erde, und ſulphuriſches Feuer bricht aus den Oeffnungen hervor. Man hat auch ſehr oft häufige Aſche mit auswerfen geſehen.

2.) Das

2.) Das Meer fängt zu ſchwellen, und die Wogen zu ſchäumen an; es entſtehen Stürme ꝛc. 3.) Die höchſten Gebäude ſtürzen ein; Städte und Auen verſinken, u. ſ. f. IV. Nach dem **Erdbeben** werden 1.) ganze Aushöhlungen, welche itzt entſtanden ſind, mit Waſſer angefüllt. 2.) Die feuerſpeyenden Berge, wenn ſie vorhin auch lange ruhig waren, fangen nun oft zu rauchen, und heftig zu toben an. V. Man erfährt dieſe Schrecken öfters in den Landſchaften, welche an dem Meere liegen, oder in welchen mehr ſchweflichte, ſalpetriſche, und alaunartige Materie vorhanden iſt.

Folgeſätze. Vor dem Erdbeben muß ſehr oft eine ſchweflichte Materie unter der Erde entzündet werden. Denn woher ſollen die ſulphuriſchen Dünſte (II. 1.), die aus der Erde hervorbrechenden Feuerſtröme (III. 1.) kommen? — Warum wird die brennbare Materie von neuem in den feuerſpeyenden Bergen entzündet? — Bekräftigen dieſen Satz nicht auch die ungewöhnlichen Inſekten (II. 3.), welche vor dem Erdbeben aus der Erde hervorkriechen, vermuthlich weil ſie den Geruch der angezündeten Materie nicht ertragen können, und die Beſchaffenheit der Lande, in denen die Erdbeben öfters verſpüret werden (V.)?

II. **Dieſe Entzündung wird nothwendig mit einem unterirrdiſchen Getöſe begleitet ſeyn.** Denn die Luft, welche anfangs durch die Wärme ausgedehnt wird, und noch immer eingeſchloſſen bleibt, ſucht ſich aller Orten mit der gröſten Gewalt einzudringen, ſtäts neue Aushöhlungen zu machen, und einen Ausgang zu fin-

finden, welches ohne die Entſtehung eines vernehmbaren Getöſes nicht geſchehen kann.

III. **Nimmt die Wärme** in ſo einer unterirrdiſchen Gruſt, in der die Luft eingeſchloſſen iſt, **zu, daß ſich ein wirkliches Feuer entzündet,** ſo muß die Luft ſehr ſchnell, und noch weit heftiger ausgedehnt werden; ſie wird ſich alſo mit verſtärkten Kräften gegen jeden Widerſtand ſetzen, und die Erde dort erheben, wo der Widerſtand kleiner iſt: ſie wird auch nach Verſchiedenheit der Erdoberfläche, unter welcher ſich die Flamme verbreitet hat, verſchiedene Arten von Bewegungen hervorbringen, d. i., die Gegend bald in eine zitternde, bald in eine ſchwankende Bewegung verſetzen. Ein Stoß, und eine kurz anhaltende Erſchütterung iſt nur alsdann möglich, wenn die Luft frühe genug einen Ausgang findet.

IV. Liegt nun die Materie tief unter der Erde, oder trift die ausgedehnte Luft unterirrdiſche Kanäle an, in die ſie ſich hinüber giebt, oder 3.) wird eben durch die beſagte Erſchütterung eine weit entlegene Materie in eine heftige Gährung, und bis zur Entzündung gebracht: ſo muß nothwendig **eine ganze weite Landſchaft,** ja es kann beynahe **ein ganzer Welttheil die Folgen der Haupterſchütterung verſpüren.**

V. Iſt nun die Gährung bis zur wirklichen Entzündung angewachſen, und iſt die brennliche Materie häufiger zugegen; kann **die Flamme nicht nur ausbrechen, ſondern ſie muß ſolange anhalten, bis**

gleich-

gleichwohl dieſe Materie verzehrt iſt: ſo wie es in den feuerſpeyenden Bergen geſchieht (Beob. IV.).

VI. Ob nun ſchon viele und die meiſten Erdbeben, durch Entzündung ſchweflichter Materie entſtehen; ſo folgt es doch noch keineswegs, daß ſie nicht auch andere Urſachen zum Grunde haben können, z. B. Es darf nur Waſſer in eine unterirrdiſche Höhle eindringen, und eine Auflöſung mit einer warmen Gährung bewirken; ſo müſſen ſich den vorigen ähnliche Wirkungen zeigen.

* Die übrigen Beobachtungen, die ich von dem Erdbeben angeführt habe, wird man ſich leicht aus den gegebenen Erklärungen begreiflich machen können. Wie die Gährung unter der Erde, und aus der Gährung Wärme und Feuer entſpringen könne, dafür hab ich das meiſte ſchon oben §. 245. Verſ. 3. §. 267. 269. geſagt.

** Ohne daß ich es erſt bemerken darf, wird es Jedermann einſehen, daß die Rede bisher nur von der eingeſchloſſenen Luft war, in ſoweit ſie ſchon in einer größern Quantität verſammelt iſt; es wäre nun auch noch von derjenigen zu reden übrig, die wir in allen feſten und flüßigen Körpern fixirt, und vertheilt antreffen; jedoch ſcheint es mir, das ich das nöthige davon ſchon im erſten Theile erkläret habe (§. 52. Anm.), aus dem die gehörigen Verſuche, die im luftleeren Raume angeſtellt werden, ohne Mühe zu erklären ſind.

II. Von

II. Von den übrigen allgemeinen Wirkungen der elaſtiſchen, und meiſtentheils freyen Luft.

Dieſe Wirkungen haben vorzüglich zwo Gattungen von Bewegung zum Grunde: durch die einte wird eine ganze große Maſſe der Luft von einem Orte in den andern hinbewegt, und durch die andere werden nur die einzelnen und kleinern Theile derſelben in eine ſehr geſchwinde, zitternde, oder ſchwingungsförmige Bewegung verſetzt. Die erſte macht die Natur der Winde, und die zweyte die Natur des Schalles aus.

Von den Winden.

§. 377.

Es iſt für ſich ſelber klar, daß die Winde nichts anders ſeyen, als eine ſtärkere, und geſchwindere Bewegung der Luft; es verſteht ſich aber, daß es ſchon eine ziemlich große, und merkliche Quantität der Luft ſeyn müſſe, welche bewegt wird. Dieſe Bewegung hat überhaupt eben das zum Grunde, was immer das Gleichgewicht in der Luft verwirret. Man ſieht hieraus leicht, wie vielfältig die Urſache der Winde ſeyn kann. 2.) In Ruckſicht auf die verſchiedenen Gegenden, von welchen die Winde herwehen, unterſcheidet man ſie, in Morgen- oder Oſtwinde, in Mittags- oder Sudwinde, in Abend- oder Weſtwinde, in Mitternachts- oder Nordwinde, Nordoſt- oder Nordweſtwinde ꝛc. heißen ſie, wenn ſie zwiſchen

Nor-

Norden, und Weſten ꝛc. das Mittel halten. 3.) Die meiſten Winde werden nach einer geraden Richtung hinbewegt; es giebt aber auch andere, welche keine ordentliche, und gewiſſe Richtung haben, und die ſich nur im Wirbel herumbewegen; ſie werden darum auch **Wirbelwinde** genannt. 4.) Man theilt die Winde auch in **beſtändige**, und in **veränderliche**; und dieſe Austheilung gründet ſich auf Erfahrungen, wie ich ſogleich zeigen werde.

§. 378.

Beobachtungen von den beſtändigen Winden. I. Einige Winde wehen das ganze Jahr über. An den Orten um den Aequator, und die nicht über 28 — 30° von dieſem entfernet ſind, bläſt immerdar ein ſanfter Oſtwind, jedoch ſo, daß ſich ſeine Richtung mit dem Grade, auf dem die Sonne in der Ekliptik ſtehet, umändert. 2.) Die Bewegung dieſes Windes hat mit der Bewegung des Mondes nicht die geringſte Einſtimmigkeit. 3.) Und ſeine Geſchwindigkeit verhält ſich zu jener, mit der ſich die Erde beym Aequator um ihre Achſe drehet, nur wie 1 : 142. **II. Andere Winde giebt es, welche periodiſch ſind, und nur zu gewiſſen Zeiten beſtändig wehen:** ſie kommen von einer beſtimmten Gegend nur durch die einte Helſte, oder doch allemal zu einer, und der nämlichen Zeit des Jahres; in den übrigen Jahreszeiten aber werden ſie aus andern Gegenden hergeführt. Solche beobachtet man vom 2ten bis 10ten Grade der nördlichen Breite zwiſchen der Inſel Sumatra und St. Lorenzo auf dem indianiſchen Meere: deßgleichen auch zwiſchen den

Ufern

Ufern von Arabien, und Malabarien u. ſ. w. Die Richtung ihrer Bewegung folget gar nicht jener der Sonne.

* Eine genaue Beſchreibung, und viele merkwürdige Beobachtungen von dieſen Winden trift man beym H. van Muſchenbroek an (a).

I. Die erſte Gattung von **beſtändigen Winden** kann ihren hinreichenden Grund weder in der Bewegung der Erde um ihre Achſe (I. 3.), wie einige wollten, noch in den anziehenden Kräften des Mondes (I. 2.), oder auch der Sonne haben, in welchem letzten Falle ſie eine gewiſſe Art Flut und Ebbe in der Luft wären, die mit der Flut und Ebbe des Meeres eine Aehnlichkeit hätte, davon ich die Erklärung in dem letzten Theile bey der phyſiſchen Aſtronomie geben werde.

II. **Sie treffen** aber doch einigermaſſen **mit der Bewegung der Sonne zuſammen** (I. Beob.); **man wird ſie alſo derſelben** auch in ſoweit **zuſchreiben müſſen**, als die Sonne die unmittelbar unter ſich ſtehende Luft ſehr ſtark erwärmt; denn dieſe Luft muß ſich ausdehnen, ſpecifiſch leichter, und ſo, wie die Sonne, vor ihr hinbewegt werden. Ueber dieß muß ſie durch die Wärme und Ausdehnung erhöhet werden, und oben nach allen Richtungen hinfließen: da nun dieſes auf dem ganzen Wege der Sonne geſchieht, ſo wird immer eine Strecke in der Atmoſphäre auch hinter der Sonne und auf den Seiten ſeyn, welche ſpecifiſch leichter iſt, und welche der mehr entfernten, und ſpecifiſch ſchwe= rer gewordenen Luft nicht widerſtehen kann; dieſe von der Son= nehitze

(a) Inſtit. Phyſ. P. II. ganz zu Ende.

nehitze verurſachte Bewegung der Luft iſt alſo der ſanfte Oſtwind, von dem wir (Beob. I.) geſagt haben; und derſelbe kömmt nothwendig mit dem Standorte der Sonne auf der Ekliptik überein, wie das aus der Erklärung von ſelbſt erhellet.

III. Dieſe Urſache paßt aber nicht auf die **periodiſchen Winde** (Beob. II. zu Ende); ſondern dieſe müſſen gleichfalls eine periodiſche Urſache haben.

* Allein welche dieſe? — ſie kann verſchieden ſeyn, Muſchenbroeck bemerkt die folgenden. 1.) Es können in gewiſſen Bergen periodiſche Gährungen vorkommen, davon die Dünſte in die Luft aufſteigen, ſie ausdehnen, u. ſ. f. 2.) Es ſchmelzen in einer gewiſſen Gegend Schnee, und Eisgebirge nur zu beſtimmten Zeiten, und das zieht große Aenderungen in der Luft nach ſich. 3.) Von dem Grunde des Meeres ſteigen periodiſch gewiſſe Dünſte auf, ſo, wie der indianiſche Ocean von denſelben zuweilen weißlicht und leuchtend wird (wenn dieſes nicht vielmehr von einer Art Inſekten herkömmt). Daß aber die Dünſte in der Luft große Aenderungen verurſachen, davon ſollen uns ferner die folgenden Verſuche überführen.

§. 379.

Verſuche. Man laſſe den Geiſt des Salmiaks (Spiritum ſalis amoniaci) in einem offenen Glaſe ausdünſten, ſo bemerkt man das Daſeyn ſolcher Dünſte nur durch den Geruch, ohne daß ſich an dem hingehaltenen Thermometer die geringſte Aenderung zeiget. Eben das erfährt man, wenn man die Dünſte des Salpetergeiſtes (Spiritus nitri) allein unterſuchet. Man ſetze aber die beyden Gefäße nebeneinan-

der, damit die aufſteigenden Dünſte vermiſcht werden: ſo gehet in der Luft über dieſen Gefäßen eine ſichtbare, und ſehr warme Gährung vor, davon uns auch das Thermometron überzeuget. 2.) Wenn man Salpetergeiſt auf mineraliſches Vitriolöl gießet, ſo entſteht ein heftiges Aufbrauſen, das ſich nach und nach verliert; ſobald es aber gänzlich nachgelaſſen hat, und die Luft im Gefäße helle geworden iſt; ſo fängt das Aufbrauſen neuerdings an, die Luft wird trübe, und röthlicht, wenn nur von außen eine neue zutritt. Dieſes Experiment kann mit dem nämlichen Erfolge mehrere Male wiederholt werden (*a*).

I. Die Dünſte können ſehr häufig in der Luft vorhanden ſeyn, ohne daß ſie untereinander aufgähren, oder Wärme verurſachen. Nur alsdann erfolgen dieſe Aenderungen, wenn **verſchiedene ungleichartige Dünſte vermiſcht werden.**

II. Die Luft wird durch die warme Gährung der Dünſte nothwendig ausgedehnt, und das Gleichgewicht in derſelben gehoben, wodurch denn eine **Bewegung, d. i. ein Wind entſtehen** muß, der nach dem Verhältniſſe der gährenden Maſſe, und der Gährung ſelbſt verſchieden ſeyn muß.

III. Iſt das Aufſteigen und die Vermiſchung ſolcher Dünſte an einigen Orten **periodiſch**, ſo ſind es auch **die Winde**, welche ſich dadurch erheben.

§. 380.

(*a*) Halleſii Appendix ad Hæmaſtic. Exper. 3.

§. 380.

An dem **Ufer des Meeres**, und an den **Geſtaden der Flüſſe**, an **dichten Wäldern**, und Gebüſchen 2c. giebt es immerdar, wenigſtens bey heiterm Wetter, gelinde, und periodiſche Winde; denn die Luft außer dem Walde, und auf dem feſten Lande wird früher erwärmt, als die ſich im Walde, oder über dem Waſſer aufhält, weil die Lichtſtralen in den Wald häufig genug nicht eindringen können, und bey dem Waſſer immer auf neue Wellen treffen müſſen: zudem dünſtet auch das Waſſer beſtändig aus, und erkältet die nächſte Luft (§. 263. Anm. 2.). Die äußere und erwärmte Luft muß ſich daher gegen den Wald, und das Waſſer hin ausdehnen, und einen ſanften Wind erwecken. Wird ſodann das Gleichgewicht wieder hergeſtellt, ſo hört die Bewegung auf; und die Luft muß aus dem Waſſer gegen das Ufer und aus dem Walde bewegt werden, ſobald die zuvor erwärmte Luft erkaltet, und einen kleinern Innbegrif erhält: hiedurch muß es alſo nothwendig eine abwechſelnde Bewegung der Luft abgeben.

§. 381.

Die **veränderlichen** Winde können ebenfalls durch eine Menge von zufälligen Urſachen entſtehen, die ſich überhaupt 1.) theils unter der Oberfläche der Erde, 2.) theils auf derſelben, 3.) theils oberhalb der ganzen Erde in der Atmoſphäre hervor thun.

1.) **Von der erſten Gattung** haben wir bereits das Merkwürdigſte bey dem Erdbeben erklärt. Hierzu kommen noch folgende Bemerkungen. a) Es kann ein eindringen-

dringendes Waſſer, wenn es auch nur ein kleines Bächchen ſeyn ſollte, die Luft immer bey einer andern Oeffnung aus der unterirrdiſchen Kruſt austreiben. Oder es kann ſich b) auch ein ſanſt hinfließendes Waſſer mit ſulphuriſcher, martialiſcher, oder was immer für einer metalliſchen Erde vermiſchen, Wärme hervorbringen, und die Luft ausdehnen. c) Die Gährung kann durch neue Luft, welche bey einem eingeſtürzten Theile der Höhlung Zutritt findet, erweket (§. 379. Verſ. 2.), oder befördert werden. d) Sollte die Luft in der nämlichen Höhle, wo ſie ausgedehnt, oder zuſammengedrückt wird, keinen Ausgang finden, ſo würde ſie ſich durch unterirrdiſche Kanäle, wo ſie dieſelben fände, immer fortbewegen, bis ſie endlich mit der äußern Luft communiciren, und einen Wind erwecken könnte. Die Verſuche mit dem Aeolusballe (§. 375. Anm. 5.) können hier viele Deutlichkeit verſchaffen.

2.) Auf der Oberfläche der Erde kann a) die Bewegung des Meeres, und der Flüſſe, b) das wirkliche Ausdünſten, c) eine große Feuersbrunſt, und d) endlich das Aufthauen des Eiſes, und des Schnees einen Wind erwecken. Das letztere hat vorzüglich bey dem Eismeere Platz, wo ungeheure Laſten hin und her getrieben, und zuletzt in wärmern Waſſer, unter einem gelindern Himmelsſtriche zuſammen geſchmolzen werden, welches nothwendig große Bewegungen in der Atmoſphäre nach ſich ziehen muß.

3.) In der Atmoſphäre ſelbſt können a) unterſchiedliche Dünſte zu verſchiedenen Zeiten vermiſcht, und zur Gährung gebracht werden (§. 379. Verſ. 1.), welche oft bis zur Entſtehung einer Flamme anwächſt. b) Die undurchſichti-

ſichtigen Wolken müſſen merklich ſtärker erwärmet werden, als die übrige Luft (§. 299. V.). c) Es giebt elektriſche Wolken, die ſich mit einer großen Flamme entladen (§. 362. I. II.), d) einige wollten wenigſten die veränderlichen Winde für eine Flut und Ebbe der Luft anſehen; allein neben dem, daß die Winde periodiſch ſeyn müßten, ſcheint mir die Bewegung, welche von den anziehenden Kräften des Mondes und der Sonne herkommen müßte, zur Natur eines merklichen Windes viel zu ſchwach zu ſeyn.

* Ob ſich nun ſchon für jeden Wind die beſtimmte Urſache nicht allemal angeben läßt; ſo bleibt doch überhaupt ſoviel gewiß, daß jede von den angezeigten hinlänglich iſt, denſelben zu erregen.

§. 382.

Die **Richtung der Winde** hängt von der Lage des Entſtehungsortes, und von den Geſetzen der einfachen und zuſammengeſetzten ſowohl ſchief, als rechtwinklicht abgeprellten Bewegung ab; denn auch die Luft iſt ein Körper, und iſt in ihrer Bewegung an die allgemeinen Körpergeſetze gebunden. 2.) Der **Wirbelwind** fordert zwo verſchiedne, nach einer Tangentialrichtung, auf die nämliche Luftmaſſe wirkende Urſachen: gemeiniglich hat er zween oder noch mehrere Winde zum Grunde, die von zerſchiedenen Gegenden herwehen.

* Ich kann es hier nicht umhin laſſen, eine Anmerkung über den heilſamen Einfluß der Winde, und über ihre guten Dienſte zu machen, welche ſie uns ſelbſt auch im täglichen Gebrauche leiſten. 1.) Sie führen die un-

reine und ungeſunde Luft, welche oft wegen groſer Hitze mit den verderblichſten Dünſten, dem Saamen der gefährlichſten Krankheiten, und ſelbſt peſtilenziſcher Seuchen angefüllt iſt, beſonders wenn ſie lange am nämlichen Orte ſtand; dieſen ſchädlichen Mittelkörper führen die Winde aus unſern Gegenden, und erfriſchen Menſchen, und alle Thiere mit einer gereinigtern, und mildern Luft. 2.) Sie tragen zu ſeiner Zeit fruchtbare Regenwolken daher; und zerſtreuen ein andersmal düſteres Gewölk, das oft ganze Monate durch den Himmel überzog. 3.) Durch ihren kühlen Hauch werden die hitzigſten Lande wohnbar, und die Hitze ſelbſt auch in unſern Gegenden erträglich. 4.) Sie treiben allein, ohne menſchliches Zuthun, die ſchwerſten Schiffe auf der See fort, und helfen uns in Lande überſetzen, dahin wir ſonſt nie gelangen würden. Der Flor und das Aufkommen des Handlungsweſen hängt, ſo zu ſagen, auf eine gewiſſe Art vom Winde ab. 5.) Man bringt durch den Wind, ſo wie durch das Waſſer die bequemſten Maſchinen in Bewegung, wodurch man oft die gröſten Unkoſten erſpart, die ſonſt auf Menſchen, Thiere, Waſſerleitungen ꝛc. giengen; ein Beyſpiel ſieht man bey den Windmühlen. Doch davon wird ſich ein Mehrers mündlich, und deutlicher ſagen laſſen.

Von dem Schalle.

Hier werde ich zuerſt von der Natur und Verſchiedenheit des Schalles überhaupt, ſodann 2.) von dem harmoniſchen Schalle, 3.) vom Inſtrumentaltone,

4.) von den Geſetzen des zurückgeprellten Schalles, 5.) und zuletzt von dem Hören ſelbſt handeln.

Von der Natur, und Verſchiedenheit des Schalles überhaupt.

§. 383.

Beobachtungen und Verſuche. I. Wir wiſſen es von keinem Körper, daß er einen Schall von ſich gebe, ohne daß er vorher auf was immer für eine Weiſe (z. B. durch Schlagen, Stoſſen, Reiben, Kneippen ꝛc. durch ein ſchnelles Ausdehnen wegen einer Flamme ꝛc.) in eine Bewegung iſt verſetzet worden. 2.) Man kann nur diejenigen Körper zum Schallen bringen, welche wegen einer ſtärkern Spann- oder Federkraft zur Bewegung aufgelegter ſind. 3.) Der Schall ſelbſt nimmt mit der Bewegung, und ihrer Urſache zu und ab. II. Iſt der Schall ſehr heftig, z. B. bey dem Losbrennen einer Kanone, bey dem Läuten mehrerer Glocken ꝛc. ſo erzittern davon ganze Gebäude, welches man aus dem Klappern der Fenſter ſchließen kann. Im Kleinen beobachtet man eben das an einem ruhigen Waſſer, das von dem Tone einer nahen Harſe, oder einer Geige in eine, obſchon ganz ſchwache Wellenbewegung verſetzt wird. 2.) Der Schall bekömmt eine neue Stärke, daferne man die Luft um den ſchallenden Körper etwa unter dem Recipienten verdicket. 3.) Er nimmt hingegen mit der Dichtigkeit der Luft ab, und verliert ſich endlich nach und nach im Boyleianiſchen Leere ganz. Doch muß man hier die Behutſamkeit gebrauchen, daß der ſchallende Körper nicht auf einem ſehr elaſtiſchen Körper

zu ſtehen komme, dem die Bewegung mitgetheilet werden kann. Man ſtelle ihn auf Filz, oder Bley ꝛc.

I. **Jeder Schall hat eine Bewegung des klingenden Körpers zum Grunde** (1. 2. 3.).

II. Der ſchallende Körper **ſetzt** auch die **Luft in eine Bewegung** (II. 1. 2. 3.).

III. Ob die Bewegung der **größern oder der kleinern Theile des Körpers** die Natur des Schalles ausmache, das iſt aus der Erfahrung eben nicht entſchieden; dieſe überzeigt uns ſchlechthin von einer Bewegung, die in den größern ſowohl, als in den kleinern Theilen kann gedacht werden.

§. 384.

Eine geſpannte Saite, die man bewegt, kann ſich nicht hin und her ſchwingen, ohne daß bey jeder Schwingung ein Ausdehnen, und Zuſammendrücken der kleinern Theile vorgeht. Man ziehe (Fig. XXXVI.) die Saite ab aus ihrer Lage bis d, oder e: hier iſt ihre Verlängerung eine nothwendige Folge, und die Verlängerung ſetzt ein Auseinandertretten der kleinſten Theile zum Grunde. Kömmt die Saite wieder in ihre vorige Lage, ſo tretten auch die kleinſten Theile in ihre vorige Verbindung. Dieß geſchieht; ſollte ſich die Saite auch noch ſo oft hin und her ſchwingen.

I. Der ganze Beweis, den ich hier von einer Saite gemacht habe, gilt auch von der ſchwingungsförmigen Bewe-

gung eines jedwedern andern Körpers, ja ſogar auch von einem jeden größern Theile dieſes Körpers, z. B. von den Fibern eines Stäbchens; denn auch ſie beſtehen wieder aus kleinern Theilen, die ſich bey ihrer Krümmung ausdehnen, und zuſammenziehen.

II. Hat man einmal die Anzahl von den Schwingungen der ganzen Saite beſtimmt: ſo weiß man ſie auch genau von den Schwingungen der kleinſten Theile, die aus den erſtern folgen, und im Verhältniſſe damit ſtehen. *

* Die Erklärung des Schalles, und der Töne hangt ganz von der Anzahl, und Natur der Schwingungen ab, wie ſich dieſes ſelbſt ſchon einigermaſſen aus dem begreifen läßt, was bisher geſagt worden iſt. Es liegt uns alſo vor allen ob, dieſe Anzahl und Eigenſchaften der Schwingungen zu beſtimmen. In den Beweiſen wollen wir uns ſtäts einer Saite bedienen, davon die Anwendung auf andere tönende Körper gar kein Beſchwerniß hat.

§. 385.

Wenn die geſpannte Saite a b (F. XXXVI.) mehr oder weniger, bis in e oder nur bis d angezogen, und alsdann losgelaſſen wird: ſo läuft ſie in Schwingungen aus, deren 2.) jede die nämliche Zeit erfordert, ſie mögen bis in e oder nur bis in d reichen.

Die Saite, welche man nach d hinziehet, wird von den beyden Punkten a und b, an denen ſie befeſtigt iſt, nach a d und b d zurückgezogen. Löſen wir die Kräfte von a und b, mit

denen

denen ſie zurückgezogen wird, in ac+cd und in bc+cd auf: ſo ſehen wir, daß nur die gemeinſchaftliche Kraft cd zur Bewegung der Saite etwas beytragen kann, wenn man dieſe nach dem Anziehen frey läßt. Dieſe Kraft aber wird nach der Richtung cd ſolange wirken, bis die Saite mit ab parallel iſt, und ſie verhält ſich durchaus, wie die Entfernung der Theile von c. Deßwegen muß die Saite in eine beſchleunigte Bewegung verſetzt werden, welche immer neue Zusätze von Geſchwindigkeit erhält, ſo lange ſie auch nur im geringſten von der parallelen Lage mit ab entfernt iſt. Aber auch in dieſer parallelen Lage kann ſie nicht ruhen, ſie muß mit der erhaltenen Geſchwindigkeit auf der andern Seite gegen g und f auslaufen, bis die zurückziehende Kraft a und b ihrer Geſchwindigkeit gleich iſt; dann wird ſie aber wieder nach c zurückkehren, wieder gegen d auslaufen, u. ſ. f. und dieß ſo lange, bis die Bewegung durch was immer für Hinderniſſe (z. B. durch den Widerſtand der Luft, durch das Reiben an den Stiften a und b, woran die Saite befeſtigt iſt) völlig gehemmet wird. Man ſehe hierüber die §§. 152. II. III. IV. und beſonders §. 225. wo der Beweis von dem zweyten Theile des gegenwärtigen Satzes ganz angezeigt iſt, davon man nur die Anwendung machen darf; indem ſich auch hier der durchzulaufende Raum jedesmal wie die Kraft verhält.

§. 386.

Die Anzahl der Schwingungen in zwoen gleich langen und gleich dicken metallenen Saiten, an die man aber ungleich ſchwere Gewichter angehängt hat,

ver=

verhält ſich gegeneinander, wie die Quadratwurzeln der angehängten Gewichter. Denn

$$S : s = VT^2 : vt^2 \quad (\text{§. 140.}).$$

Man nimmt an, daß die Saiten gleich angezogen werden, folglich iſt

$$S = s \text{ und}$$
$$VT^2 = vt^2, \text{ und}$$
$$V : v = t^2 : T^2 : \text{oder}$$
$$\sqrt{V} : \sqrt{v} = t : T.$$

Es verhält ſich aber auch die Anzahl der Schwingungen umgekehrt, wie die Zeit (§. 155. III.).

$$N : n = t : T. \quad \text{folglich auch}$$
$$N : n = \sqrt{V} : \sqrt{v}.$$

* Die Schwingungen der nämlichen Saite fodern alle die nämliche Zeit (§. vorg.); folglich iſt der Satz allgemein geſetzt, daß die beyden Saiten nicht gleich angezogen würden.

** Ich foderte im Satze metallene Saiten: die Urſache davon iſt, weil ſie gleichförmiger ſind, als jene, die man aus den thieriſchen Gedärmen verfertiget.

§. 387.

Iſt der Durchmeſſer, oder die Dichtigkeit der beyden Saiten, und das beyderſeits angehängte Gewicht gleich, und nur die Länge verſchieden; ſo hält die Zahl der Schwingungen das umgekehrte Verhältniß der Länge gegeneinander; denn

wenn

wenn die Länge verſchieden iſt, ſo iſt die zu bewegende Maſſe verſchieden, folglich

iſt $C:c = \frac{V}{M} : \frac{v}{m} = Vm : vM.$

Weil man die Gewichter gleich, oder $V = v$ ſetzt, ſo iſt

$C:c = m:M.$

Die Maſſe verhält ſich hier wie die Länge

$m:M = l:L.$ folglich

$C:c = l:L.$ und weil

$C:c = N:n$; ſo iſt auch

$N:n = l:L.$ Das iſt unſer Satz.

§. 388.

Setzt man Gewichter und Länge gleich, den Durchmeſſer der beyden Saiten aber ungleich, doch ſo, daß die Figur derſelben noch immer ähnlich bleibt; ſo verhält ſich die Anzahl der Schwingungen umgekehrt, wie die Durchmeſſer der Saiten; denn hier iſt

$V:v = d^2 : D^2$ (§. 70.).

und $N:n = \sqrt{V} : \sqrt{v}$ (§. 386.) $= d:D.$

I. Man hat alſo bey der Beſtimmung der Zahl der Schwingungen auf drey Stücke zu ſehen: 1.) auf die ſpannenden Kräfte, 2.) auf die Länge, und 3.) auf den Durchmeſſer der Saite. Und wenn wir die drey Sätze (§§. 386. 387. 388.) zuſammennehmen: ſo entſteht die folgende **Formel**

$$N:n = \frac{\sqrt{V}}{LD} : \frac{\sqrt{v}}{ld}.$$

II. Dieſe Formel wird auf eine gewiſſe Art **allgemein**, und auf die Schwingungen eines jeden andern tö-

nenden

nenden Körpers anwendbar, wenn man ſich dieſen in gewiſſe Theile, z. B. eine Glocke in Ringe analyſirt, und nur bey den Schwingungen dieſer Theile ſtehen bleibt, als wenn ſie eben ſo viele Saiten wären.

* Die Erfahrung beſtättiget dieſe Sätze auf ein neues, ob ſie ſchon aus den Geſetzen der Mechanik ganz richtig folgen. Man ſtelle die Verſuche mit etwa 69 Schuhe langen Saiten an, damit die Schwingungen gezählt werden können: ändere itzt Gewicht, itzt Länge, itzt Durchmeſſer; und es verhält ſich die Anzahl der Schwingungen, wie oben $= \frac{\sqrt{V}}{LD} : \frac{\sqrt{v}}{ld}$.

§. 389.

Verſuche über die Verſchiedenheit der Töne I. in Ruckſicht auf die Spannung.

Wenn man zwo durchaus gleiche Saiten mit Gewichtern ſpannt, deren Quadratwurzeln ſich wie 2 : 1 verhalten, ſo tönen ſie in der Octav. Iſt dieſes Verhältniß wie 2 : 3, ſo tönen ſie in der Quint; in der Quart aber beym Verhältniſſe = 3 : 4; in der Terze endlich = 4 : 5. II. Gleichſtark geſpannte und gleich dicke Saiten tönen in der Octav, Quint ꝛc. wenn man ihrer **Länge** das angezeigte Verhältniß mit den Quadratwurzeln der ſpannenden Kräfte giebt. III. Eben das iſt auch von dem Verhältniſſe **der Durchmeſſer** ähnlicher Saiten zu den Quadratwurzeln der ſpannenden Kräfte zu verſtehen.

Folgeſätze. I. Wenn ich alſo die Töne mit T und t ausdrücke, ſo ergiebt ſich auch eine allgemeine Formel $T:t = \frac{\sqrt{V}}{LD} : \frac{\sqrt{v}}{ld}$.

II. Es iſt aber auch $N:n = \frac{\sqrt{V}}{LD} : \frac{\sqrt{v}}{ld}$ (§. vorg. I.). Folglich $T:t = N:n$ das iſt, die Töne ſtehn mit der Anzahl der Schwingungen im genaueſten Verhältniſſe.

III. Die Töne ſind nichts, als Vergleichungen eines Schalles mit dem andern; gleichwie alſo die Töne mit der Anzahl der Schwingungen im Verhältniſſe ſtehen, ſo hat auch der Schall ſeinen hinreichenden Grund in eben dieſen Schwingungen.

IV. Die Fähigkeit und Anlage des Körpers zum Schalle beſteht daher in der Zuſammenfügung deſſelben, die ihn zu ſolchen Schwingungen geſchickt macht. Das, was den Körper in die ſchwingende Bewegung verſetzt, das erregt den Schall. Der Schall ſelbſt ſind die Schwingungen.

V. Den Ton beſtimmt die Vielheit der Schwingungen, welche die Saite in gleichen Zeiten macht; und weil die mehr geſpannten, kürzern, und dünnern Saiten nicht nur in mehrere Schwingungen auslaufen (§. vorg. I. und Anm.), ſondern auch höher tönen (Verſ. I. II. III.): ſo läßt es ſich nimmer zweifeln, daß die Höhe (ſonus acutus), und die Tiefe (ſonus gravis)

von der reſpektiven Vielheit der Schwingungen in der nämlichen Zeit, abhange.

VI. Eine Saite, die auf was immer für eine Weiſe zu größern Schwingungen gebracht wird (z. B. durch ein ſtärkeres Anziehen, Kneippen ꝛc.), giebt einen ſtärkern und läutern Ton von ſich. Ein **Theilgrund** von der **Stärke des Schalles** (ſoni intenſi) liegt alſo in den größern Raum, den die Schwingungen durchlaufen. Eine andere Urſache dieſes Nachdruckes iſt ohne Zweifel auch die Vielheit der ſich ſchwingenden Saiten (oder anderer tönenden Körper); denn die hinreichende Urſache kann nicht vervielfältigt werden, ohne daß auch die Wirkung größer ſey. Die Dichtigkeit der Luft trägt endlich auch noch das ihrige bey, wie ich ſogleich zeigen werde, obwohl es ſchon genugſam aus dem 2. und 3ten Verſuche §. 383. erhellt.

§. 390.

Die Luft wird durch jede Schwingung der Saite zuſammengedrückt. 2) Dieſes Zuſammendrücken muß ſich ſphäriſch durch die Luft von einem Theile auf den andern fortpflanzen. 3.) Und die Fortpflanzung geſchieht auf jeden neuen Theil in gleicher Zeit, ohne daß ein Unterſchied wegen der Stärke oder Schwäche, oder der Anzahl der Schwingungen dazwiſchen kommen kann. Das **erſte** iſt wohl nicht ſchwer zu faſſen; denn die Saite, wenn ſie ſich ſchwingt, muß nothwendig auf die nächſte Luft

ſtoſſen,

ſtoſſen, und dieſe kann ihren Ort, wegen dem Widerſtande der nächſten Luft, nicht ſo geſchwind verlaſſen, als ſich die Saite ſchwingt, folglich wird ſie zuſammengedrückt. 2.) Die zuſammengedrückte Luft ſucht ſich aber auszudehnen, und drückt die nächſten Theile ebenfalls zuſammen, dieſe wieder die nächſten, und ſo pflanzt ſich dieſes wechſelweiſe Zuſammendrücken, und Ausdehnen immer durch die Luft fort, und zwar nach einer jeden Richtung im ganzen Umkreiſe. Wir haben von dieſer Fortpflanzung eines elaſtiſchen Mittelkörpers beynahe alles ſchon oben in der Materie vom Lichte erklärt (§. 276.). 3.) Die Gleichheit der Zeit, in der ſich ſowohl die kleinern als größern Schwingungen fortpflanzen, bedarf keines neuen Beweiſes. Man kann hier die natürlichſte Anwendung alles deſſen machen, was ich kurz vorher von der Zeit der Schwingungen einer Saite (§. 385. 2.), und von der Wellenbewegung bewieſen habe (§. 225.).

I. **Die von der Saite mitgetheilten und fortgeſetzten Schwingungen der Luft, verhalten ſich** in Abſicht auf ihre Anzahl und Stärke **gerade wie die Schwingungen der Saite** ſelbſt, in denen ſie ihren hinreichenden Grund haben. Stoſſen nun die Schwingungen der Luft auf unſer Ohr, ſo vernehmen wir den Ton oder den Schall des ſchallenden Körpers durch dieſe mittelbare Fortpflanzung ſelbſt, das iſt, wir erhalten einen **Begriff** davon.

II. **Die Stärke des Schalles nimmt in der Fortpflanzung ab, wie das Quadrat der Entfernung vom ſchallenden Körper zunimmt;**

nimmt; denn die ſphäriſchen Flächen, in die die Bewegung getheilet werden muß, nehmen wie dieſes Quadrat zu, und der Schall nimmt wie die Bewegung, d. i., wie die Größe der zu bewegenden ſphäriſchen Flächen ab, folglich ꝛc. (§. 273. III.).

III. Nicht nur der ſtärkere und ſchwächere Ton, ſondern auch der höhere und tiefere müſſen in gleichen Zeiten gleichweit fortgepflanzt werden; das erſte iſt der dritte Theil des Satzes, den wir im gegenw. §. bewieſen haben. Das zweyte beweiſt man ſo: der tiefere Ton iſt vom höhern blos dadurch unterſchieden, daß der höher tönende Körper in der nämlichen Zeit mehrere, der tiefer tönende wenigere Schwingungen mache; und deßwegen muß jede Schwingung des erſtern geſchwinder geſchehen, als jede des zweyten, das iſt, des tiefer tönenden Körpers; eben ſo wird auch die geſchwindere Schwingung eher durch die Luft fortgepflanzt. Deſſen ungeachtet müſſen doch alle geſchwindere Schwingungen in der nämlichen Zeit der Luft mitgetheilet werden, in der die langſamern Schwingungen des tiefer tönenden Körpers hingehen; denn nur eine beſtimmte Zahl, nicht jede einzelne Schwingung macht den Ton aus. Auf dieſe Weiſe werden zwar mehrere und ſchnellere Schwingungen, aber in dem nämlichen Raume der Luft zur gleichen Zeit vorgehen, da die wenigern und langſamern Schwingungen vollbracht werden, d. i., der höhere und tiefere Ton werden in gleicher Zeit durch gleiche Räume fortgepflanzt.

* Durch was erkennt die Seele, daß dieſe Schwingung des höhern Tones zu dieſer Reihe der Schwingungen, und nicht zu einer andern gehöre? durch die Ordnung, in welcher die Schwingungen eines jeden einzelnen Tones verhältnißmäßig abnehmen.

** Die

** Die Gleichheit der Zeit in der Fortpflanzung des ſtärkern ſowohl als des ſchwächern Tones haben die Florentiner längſt durch Verſuche beſtimmt, allein über den Raum, welchen der Schall zu jeder beſtimmten Zeit durchläuft, ſtimmen die Verſuche nicht zuſammen, vermuthlich wegen der Ungleichheit der Luft. Der größte Raum, den der Schall in einer Secunde machte, war in Italien = 1110 pariſ. Schuhe. Der kleinſte in Frankreich war = 1038 eben ſolche Schuhe. Daß 2.) das Abnehmen des Schalles in einem genauen Verhältniſſe mit der Entfernung ſtehe, darüber wird die Erfahrung nie entſcheiden können, ob ſie ſchon einiges Verhältniß außer Zweifel ſetzet.

IV. Der Schall wird auch durch **andere elaſtiſche Körper** (Glas, Metalle, Waſſer ꝛc.) vernommen; (§. 383. Verſ. 3.): dieſe **ſind** alſo **geſchickt**, die **zitternde Bewegung zu empfangen, und andern wieder mitzutheilen.**

* Da wir von der Natur des Schalles überhaupt handeln, so wäre noch eine ſehr bekannte Frage zu entſcheiden übrig, ob die Schwingungen der kleinſten, oder der größern Theile des ſchallenden Körpers die Natur des Schalles überhaupt ausmachen? Dieſe Frage iſt zwar eben von keiner Wichtigkeit, doch will ich meine Meynung kurz darüber anzeigen. Diejenigen, welche dafür halten, daß zwar der Ton von den Schwingungen, z. B. einer ganzen Saite, oder ihrer größern Theile, nicht aber der Schall ſelbſt davon entſtehe,

ſind

ſind durch den §. 389. II. III. IV. genugſam widerlegt. Was ſind wohl Töne anders, als verglichene Schalle? und was kann die Vergleichung an der Natur der Dinge ändern? — Sollte man aber die Natur der Töne ſowohl, als des Schalles in den Schwingungen der kleinſten Theile ſuchen; ſo denke ich, wird man wohl keine andere verſtehen, als die wir oben (§. 384.) ſelber bewieſen haben; denn nur dieſe können mit den Schwingungen der ganzen Saite genau eintreffen. Warum ich aber vielmehr die Schwingungen der ganzen Saite annehme, dazu bewegt mich neben andern auch folgende Bemerkung: die kleinen Theile, welche ſich nach der oben (eben dort) erklärten Weiſe bey jeder Schwingung ausdehnen und zuſammenziehen, wirken hiedurch mehr auf ſich untereinander, als auf die Luft, und nur die ganze Saite theilt ihre Bewegung der Luft mit Nachdruck mit; folglich ſcheinet auch nur durch ſie der Schall zu entſtehen. Muſchenbroeck beſtreitet dieſe Erklärung des Schalles und führt mehrere Experimente an (*a*), davon ich hier nur das entſcheidenſte, wie Nollet glaubet, unterſuchen will, welches auch das bekannteſte iſt. „Man erhält von „von einer Saite auf der Geige keinen Ton, wenn man „den Bogen mit Unſchlitt oder anderer Fette ſchmiert. Warum? — „Weil die kleinſten Theile, ſagt Muſchen„broeck, nicht zum ſchwingen gebracht werden können, „ob ſich gleich die ganze Saite bewegt.„ Ich ſehe aber nicht, wie er dieſes beweiſen kann. Wenn ich eine Saite mit dem Finger anziehe, und ſie ſodann los laſſe, ſo tönt ſie. Nach Muſchenbroeck müſſen hier alſo auch die klein=

(*a*) Inſtit. Phyſ. §. 1408.

kleinſten Theile bewegt werden; denn ohne dieſem könnte ſie nicht tönen. Was erregt aber die Bewegung der kleinſten Theile? Sie entſpringet aus der Bewegung der ganzen Saite. Wohl: aber warum folget ſie nicht auch aus der Schwingung der ganzen Saite, da dieſe mit einem fetten Bogen geſtrichen wird? Sagt man mir, daß in dieſem Falle die gehörige Anzahl Schwingungen, deren in einer Secunde wenigſtens 20 geſchehen müſſen, zum Schalle in den kleinſten Theilen nicht vorgehen kann, weil das Unſchlitt als ein weicher Körper die Bewegung hemmt; ſo antworte ich das nämliche, wenn die Frage iſt, warum von den Schwingungen der ganzen Saite kein Ton entſteht? auch derer muß es eine beſtimmte Anzahl geben. Dazu hat man auch Experimente, die das Gegentheil von Muſchenbroecks Meinung beſtättigen. Man ſehe meine Abhandlung vom Inſtrumentaltone (*b*).

Von der Harmonie der Töne.

§. 391.

Wenn ſich zwo Saiten A und B nebeneinander ſchwingen, und ihre Schwingungen ſo zuſammentreffen, daß die Saite A zwo, die Saite B aber eine Schwingung oder die Saite A zwo, die Saite B drey Schwingungen in der nämlichen Zeit, und in einem gewiſſen Verhältniſſe machen, ſo herrſcht in den Schwingungen der Saite **Ordnung**. Ein Aehnliches gilt von einem ganzen Chore von Inſtrumenten, oder von was immer für einer Zuſammenſtimmung mehrerer Töne

(*b*) Der Inſtrumentalton. Ingolſtadt 1775. §. 17. 18.

Töne. Dieſe Ordnung, in ſoweit ſie von der Seele empfunden wird, heißt Harmonie, und die Töne, welche die Ordnung halten, heißen harmoniſche Töne.

I. Die Vollkommenheit der Harmonie wird durch die Vollkommenheit der Ordnung beſtimmt; und je mannigfältiger, zuſammengeſetzter, und vollkommener dieſe Ordnung iſt, um ſo größer iſt die Harmonie.

II. So wie es nun Ordnung entweder in zugleich vernehmlichen, oder in aufeinander folgenden Tönen geben kann, giebt es eine ähnliche Harmonie zugleich vernehmlicher, und aufeinander folgender Töne.

III. Die nämliche Harmonie ſchafft in verſchiedenen Menſchen nicht allemal das nämliche Vergnügen, ſo wenig, als ein jeder die nämliche Fähigkeit beſitzt, den Grad der Ordnung zu unterſcheiden.

IV. Dieſe Fähigkeit ſetzt nicht nur einen zarten und vollkommenen Ohrenbau zum Voraus, ſondern auch eine Uebung das Reizende in der Ordnung, und durch Vergleichung das Abwechſelnde des Harmoniſchen zu empfinden.

Vom Inſtrumentaltone.

§. 392.

Wenn wir die nämliche Saite itzt auf einer Geige, itzt auf einer Harfe ꝛc. oder auf einer andern Geige mit gleichen Kräften ſpannen: ſo wird zwar das Weſentliche des Tones

alle-

allemal gleich ſeyn; in dem Zufälligen deſſelben aber bemerken wir eine große Verſchiedenheit. Laſſen wir von zweenen Sängern den **nämlichen** Ton anſtimmen, wie groß iſt nicht der zufällige Unterſchied? — Dieſe Eigenſchaft des Tones, die von der thieriſchen Luftröhre, (Trachea) oder von dem Inſtrumente abhängt, nenne ich den **Inſtrumentalton.**

§. 393.

Verſuche. I. Man ſpänne zwo Saiten in einer geringen Entfernung voneinander ſo, daß die Produkte $\frac{VV}{LD}$ (§. 388. I.) in beyden gleich ſeyen, und ſetze alsdann die eine davon in Bewegung: ſogleich wird ſich auch die andere bewegen, wie man es ſehen, und aus dem Tone abnehmen kann, den dieſe Saite von ſich giebt. 2.) Wird zu dieſen zwoen gleichſtimmigen Saiten auch eine dritte ungleichtönende hingeſpannt; ſo wird auch ſie durch das Kneippen der andern in eine, obgleich viel ſchwächere Bewegung kommen. 3.) Ueberhaupt werden diejenigen Saiten, von einer wirklich geſchlagenen in ſtärkere Schwingungen gebracht, derer Produkte (aus den ſpannenden Kräften, und verkehrt aus der Länge, und dem Durchmeſſer zuſammengeſetzt) mit kleinern Zahlen z. B. $\frac{1}{2}$, $\frac{2}{3}$ ꝛc. können ausgedruckt werden. II. Das A tönt auf einer Geige mit dem E ſehr vernehmlich, wenn man auch keine andere Saite zurück läßt. Aber auch auf einem mit ſehr vielen Saiten bezogenen Inſtrumente bemerkt man den Mitgang von allen, ſobald man nur eine einzige etwas ſtärker bewegt. 2.) Ja man hat ſogar nicht nöthig, eine einzige Saite zu ſchlagen, um die Töne von den übrigen

zu vernehmen, man darf nur mit dem Finger an die Wände des Inſtrumentes klopfen.

Folgeſätze. I. Die Bewegung von einer Saite theilt ſich auch einer andern mit, und macht ſie mittönen; beſonders, wenn dieſe einſtimmig iſt, oder doch ihre Schwingungen mit jenen der gekneipten Saite im gehörigen Verhältniſſe ſtehen.

II. Der Ton ſo einer mitbewegten Saite müßte um vieles ſtärker werden, wenn man zu ihr noch mehrere Saiten von gleichen Produkten hinſpannen ſollte, z. B. neben dem E auf der Geige mehrere A (Verſ. II.); dieß folgt aus dem §. 389. VI.

III. Die nämliche Urſache z. B. das Klopfen an die Wände der Geige ſetzet zwar verſchiedene Saiten in eine verſchiedene, jedoch allemal jede einzelne Saite in ihre eigenthümliche Bewegung, das iſt, zu der ſie die beſondere Anlage hat; denn ſonſt würde man wohl den Ton von jeder nicht bemerken können.

§. 394.

Die Urſache dieſer Erfahrungen liegt theils in der Luft, theils in der Einrichtung des Inſtrumentes. In der Luft; denn es wird ihr die Bewegung der gekneipten Saite mitgetheilet: ſie ſetzt die ähnlichen Schwingungen fort, und ſtößt auf die in der Nähe geſpannte Saite: dieſer Stoß wird in einer kurzen Zeit unzähligmal wiederholt, und die Saite nimmt endlich auch die Schwingungen, und den Ton an, zu

den

den ſie gemäß ihrer Spannung, Länge, und Dicke durch die wiederholten Stöße der Luft beſtimmt wird. In der Einrichtung des Inſtrumentes; denn die Saite kann ſich nicht ſchwingen, ohne daß ſie bey jedesmaligen Auslaufen mehr geſpannt werde, folglich ſtärker auf die Schrauben, Stiften ꝛc. auf den Sattel, und durch dieſen auf die Wände der Geige (welche mittels des Stimmſtockes aufeinander drücken) bey jeder Schwingung wirke. Da nun auf dieſe Weiſe die Theile des Inſtrumentes ſelbſt bewegt werden, ſo müſſen ſie auch die darauf geſpannten Saiten aus einem neuen Grunde zur Bewegung bringen (ſ. vorg. Verſ. II. 2.).

I. Die gleichtönigen Saiten werden am leichteſten zu den ähnlichen Schwingungen gebracht, und die übrigen um ſo leichter, wie öfter ihre Schwingungen mit den Schwingungen der gekneipten Saite eintreffen.

II. Die höher tönende Saite z. B. das E erregt in der tiefern leichter eine Bewegung, und den Ton, als die tiefere in der höhern, z. B. A, weil die Schwingungen der höhern geſchwinder, und häufiger ſind, folglich mit der tiefern auch öfter eintreffen, als die Schwingungen der tiefern mit jenen der höhern Saite.

§. 395.

Fernere Verſuche. Den reinſten, und einfachſten Ton erhält man von einer metallenen Saite, die man bloß in der Luft (d. i. ohne daß ſie leicht mit andern Körpern communiciren kann) an zweenen Stiften ſpannet; man legt bey den Stiften einen weichen Körper unter, um alle

Mittheilung der Bewegung zu verhindern. 2.) Der Ton iſt hingegen ſchon ſehr vermiſcht, ſobald man auch die nämliche Saite über ein wohlgetrocknetes Brettchen ſpannt. 3.) Nach Verſchiedenheit des Brettchens (wenn man die Saite nach und nach über mehrere ſpannet) giebt es auch in dem Tone Aenderungen. 4.) Auch den Schlag einer Sackuhr vernehmen wir bald heller, bald ſchwächer, je nachdem man ſie bald auf einen elaſtiſchen, bald auf einen unelaſtiſchen, das iſt, weniger elaſtiſchen Körper bringt.

I. Auch die **Theile des Körpers**, über welchen eine Saite geſpannt iſt, **werden von der Saite zum Tönen gebracht;** denn ſonſt müßte die Saite, oder die Sackuhr überall den nämlichen Ton geben.

II. **Die Verſchiedenheit des Tones** wird alſo von der Zahl, und Beſchaffenheit der mitklingenden Theile und Fibern beſtimmt, auf welche die Saite geſpannt iſt. Der Ton muß ſogar harmoniſch ſeyn, wenn die Schwingungen von den Theilen des Inſtrumentes die erforderliche Ordnung beobachten.

III. **Die Vollkommenheit eines Saiteninſtrumentes** hängt blos von der Fähigkeit der einzelnen Fibern ab, die ſie zu dieſer oder jener Anzahl Schwingungen in gleichen Zeiten haben.

* Zur Verſtärkung und zur Annehmlichkeit des Tones trägt ohne Zweifel auch der Bau, und die Wölbung ꝛc. des Inſtrumentes in ſoweit etwas bey, als die Töne dadurch unter verſchiedenen Winkeln, und öfters zurück=

zurückgeprellt werden; doch dieſes, weil wir noch nichts von dem Zurückprellen des Schalles gemeldet haben, ſoll uns unten deutlicher werden.

** Es iſt nun ſehr leicht, von den Saiteninſtrumenten eine Anwendung auf die übrigen muſikaliſchen Inſtrumente zu machen. Man theilt ſie noch hauptſächlich in Schlag- und Blasinſtrumente.

§. 396.

Zu der erſten Klaſſe rechnet man die **Trommeln, Paucken**, und alle diejenigen Inſtrumente, welche aus hölzernen oder metallenen Stäbchen zuſammengeſetzt ſind, z. B. die **Triangel** ꝛc. das bekannte **hölzerne Gelächter** ꝛc. So verſchieden dieſe Inſtrumente von den Saiteninſtrumenten ſind, ſo genau paſſet doch die erklärte Theorie von dieſen auch auf dieſelben. Der Ton der Trommel, oder einer Pauke wird durch die Spannung erhöhet: das ausgeſpannte Fell ſchwingt ſich, wie eine Saite, und kömmt mit den Saiten in den zweyen Punkten übereins. 2.) Die Verſchiedenheit des Tones in mehrern gleichgeſtimmten Pauken, Trommeln, u. ſ. w. hat auch hier ihren hinreichenden Grund in den mitklingenden Theilen des Inſtrumentes, welche nach der Proportion ihrer Materie, Dichtigkeit, Länge, Spannung ꝛc. einen zuſammengeſetzten Ton gebähren. 3.) Die Erfahrung überzeugt uns auch bey den hölzernen und metallenen Stäbchen, daß der Ton mit der Dicke, und Länge derſelben im Verhältniſſe ſtehe; ſie haben alſo auch eine ähnliche Erklärung.

§. 397.

Die Theorie der Saiteninſtrumente läßt ſich auch ganz auf die Blasinſtrumente anwenden. Die Luftſäule, welche in einer Trompete, in einer Pfeife ꝛc. eingeſchloſſen iſt, kömmt durch das Blaſen eben ſo in Bewegung, wie eine Saite durch das Kneippen ꝛc. Der Ton dieſer Luftſäule verhält ſich umgekehrt, wie ihre Länge, und ihr Durchmeſſer: davon geben uns die Orgelpfeiſen den ſicherſten Beweis. Bey einigen Blasinſtrumenten hat man Aufſätze um ihre Länge und damit den Ton zu verändern. 2.) Durch die Bewegung der Luftſäule werden auch die Fibern des Inſtrumentes bewegt, und deßwegen muß auch hier ein zuſammengeſetzter, und nach Beſchaffenheit des Inſtrumentes verſchiedener Ton hervorgebracht werden.

§. 398.

Beobachtungen über die Menſchenſtimme. I. Das Hauptinſtrument hiezu iſt der **Kehlkopf** (Larynx), eine ausgehöhlte Maſchine, die von Knorpeln zuſammengeſetzt, und durch Bänder (ligamenta) und muskelförmige Fibern mit der Luftröhre (Trachea) verbunden iſt (*a*). 2.) Die Größe, Geſtalt, und Dicke der Knorpeln ſowohl, als der übrigen Theile iſt ſehr verſchieden. 3.) Unter den Bändern zeichnen ſich beſonders zwey Paare aus, von welchen die kleine Oeffnung gebildet wird, durch die die Luft aus der Luftröhre in den Mund kömmt; denn dieſelben ziehen die Oeffnung itzt mehr zuſammen, itzt mehr auseinander. 4.) Der ganze Kehlkopf iſt an die Luftröhre ſo angebracht, daß er über

die

(*a*) von Haller Phyſiol. T. III. L. IX. S. III.

die gewöhnliche Lage um einen halben Zoll erhöhet, und erniedriget werden kann.

II. Verſuche des Herrn Farrein (b).

Er ſchnitt den Kehlkopf ſammt der Luftröhre ꝛc. aus verſchiedenen Thieren, und hernach auch aus einem Menſchencadaver heraus: blies Luft in denſelben auf die Art, wie es ungefähr von der Lunge geſchehen möchte: und er erhielt nicht allein die Stimme eines jeden Thieres, ſondern auch eine ganz deutliche Menſchenſtimme. 2.) Der Ton war zwar ſtärker oder ſchwächer, wenn er die Oeffnung des Kehlkopfes verſchieden erweiterte, oder zuſammen zog; doch die Höhe deſſelben blieb allemal die nämliche. 3.) Er brachte die Bänder (ligamenta) in eine Bewegung, und entdeckte Schwingungen daran, die ſich wie die Schwingungen einer Saite durch Anrühren oder Zuſammendrücken der Bänder hemmen ließen, und den Schall unmöglich machten. 4.) Er richtete es an, daß ſich nur der halbe Theil des Bandes bewegen konnte, und der Ton, den er erhielt, war in der Octav mit dem vorigen, wo ſich das ganze Band bewegte; eben ſo war die Stimme in der Quint, wenn er zween dritte Theile in Schwingungen kommen ließ. Er theilte endlich das Band mit einem Unterbande in zween Theile, und ließ ſich die beyden Theile bewegen; der Ton war abermal in der Octav.

I. Der Ton, den man aus dem Kehlkopf erhält, hat mit dem Saitentone eine große Aehnlichkeit, und hält das **umgekehrte Verhältniß von der Länge der Bänder.**

II. Wenn

(b) Memoires de l'Acad. Paris. 1741.

II. Wenn man gleich keine ſichern Erfahrungen von dem Verhältniſſe der Dicke, und Spannung der Bänder einholen kann: ſo verſichert uns doch die Anatomie, daß dieſe Bänder in verſchiedenen Menſchen verſchiedene Beſchaffenheit haben; ja, die nämlichen Bänder müſſen mit den Jahren der Menſchen große Aenderungen leiden; und eben darum wird der Ton nach dem **Verhältniß der Dicke, Spannung und Länge, ſo wie in den Saiten verſchieden ſeyn.**

III. Durch die Erhöhung des Kehlkopfes werden die Bänder mehr angeſtrengt, und durch die Erniedrigung nachgelaſſen. Das macht **Aenderungen in der Höhe** und **Tiefe des Tones.**

IV. Die Luft, welche aus der Lunge verdrängt wird, ſetzt den ganzen Kehlkopf in eine Bewegung, und die Knorpeln tragen als ſoviele Theilgründe zur Verſchiedenheit des Tones bey; denn da ihre Fertigkeit zur Bewegung ſo viele Grade hat, als ſich in jeder Kehle von der Länge, Dicke, und Härte der Knorpeln denken laſſen, ſo entſteht in ihnen auch eine dieſen Stücken angemeſſene Bewegung, das iſt, eine neue Miſchung von Tönen.

§. 399.

Der Inſtrumentalton iſt alſo nichts, als ein zuſammengeſetzter Ton, wo den vordringenden Ton mehrere andere Töne begleiten. Herrſcht unter den begleitenden Tönen Ordnung und Harmonie, ſo wird der Inſtrumentalton **vollkommen** und **angenehm** ſeyn, und der Seele ein

ein um ſo gröſſeres Vergnügen verſchaffen, als gröſſer und manigfaltiger die Harmonie iſt (§. 391.).

§. 400.

Man kann ſich einen jeden Körper, der des Schalles fähig iſt, als eine Zuſammenſetzung aus lauter elaſtiſchen Fibern und Faſern, oder **aus Ringen,** wie bey einer Glocke ꝛc. wenigſtens in der Einbildung **vorſtellen;** und dieß iſt ſchon genug, um uns einen Begriff vom Entſtehen des Schalles in einem jeden ſchallenden Körper zu machen, warum er ſo und nicht anders klinge. Alle Theile, alle Fibern werden durch den Streich, mit dem wir den Körper zum Schallen bringen wollen, in eine zitternde Bewegung verſetzt; weil aber nicht alle Theile gleich lang, gleich dicke, und etwa auch nicht alle gleich geſpannt ſind, und doch die Geſchwindigkeit und Zahl der Schwingungen von dieſen dreyen Stücken abhängt (§. 388. I.): ſo müſſen ſie verſchiedene Bewegungen annehmen, und einen ſehr zuſammengeſetzten Ton geſtalten. Sollten ſich gewiſſe Fibern ſtärker ſchwingen, oder von gleicher Art mehrere vorhanden ſeyn: ſo müßte der Ton derſelben, ob er ſchon mit vielen andern vergeſellſchaftet wäre, allen andern vordringen. Im widrigen Falle würde ſich kein Ton beſonders ausnehmen, ſondern ein bloſſes Gewirre von Tönen gehört werden.

Vom

Vom zurückgeprellten Schalle.

§. 401.

Beobachtungen und Verſuche. Wenn man einem Gebäude, einem Gehölze, einem Berge ꝛc. gegenüberſtehet, und gegen dieſelbe ein Geſchrey, oder ein Getöſe, oder was immer für einen Schall erreget: ſo hört man dieſen Schall entweder **verſtärkt**, oder, wenn der Gegenſtand, wohin man ſchreyt, merklich entfernt iſt, nach einer kleinen Pauſe völlig **wiederholt**. 2.) Man hänge in dem Focus eines paraboliſchen Spiegels einen leiſe ſchallenden Körper, z. B. eine Sackuhr auf, und verſetze ſich mit dem Ohre in den Focus eines andern, dem vorigen parallel gegenüber ſtehenden paraboliſchen Spiegels: ſo vernimmt man den Schlag dieſer Uhre ganz deutlich im Focus, ohne daß ihn andere, die auch ſehr nahe herumſtehen, vernehmen können.

I. **Der Schall wird von entgegenſtehenden Körpern zurückgeprellt;** denn woher ſollte ſeine Verſtärkung, und der Widerhall entſtehen (1.) die man in der Abweſenheit eines Gegenſtandes nie erfährt?

II. **Der Winkel, unter welchem der Schall von einem Körper zurückgeprellt wird; iſt allemal dem Winkel gleich, unter welchem er auffällt;** denn nur in dieſem Falle kann der Schlag der Sackuhr im Focus des gegenüberſtehenden Spiegels vernehmlich ſeyn (2.), gleichwie auch nur in dieſem Falle der Schall im Brennpunkte des Spiegels geſammelt, und verſtärket werden kann.

III. Iſt der zurückprellende Gegenſtand ſo weit entfernet, daß man den zurückgeprellten Schall, vom urſprünglichen unterſcheiden kann: ſo erhalten wir den **Wiederhall**, das **Echo**. Daher kömmt es, daß der zurückprellende Körper wenigſtens 63' entfernt ſeyn muß, um ein Echo hervorzubringen; denn höchſtens kann zwiſchen dem erſten, und dem wiederholtem Schalle $\frac{1}{9}$ Secunde der Zeit merklich ſeyn; in dieſem Zeitpunkte aber kann der Schall nicht mehr Raum als 126', das iſt, im Hinwege 63' und im Rückwege 63' durchlaufen. Wo man dieſe Entfernung nicht hat, da giebt es nur einen verſtärkt anhaltenden Schall, d. i. eine **Reſonanz**.

§. 402.

Der Schall wird zurückgeprellt, weil die kleinſten Theile des entgegenſtehenden Körpers den Lufttheilchen, die ſich gegen dieſelben auszudehnen beſtreben, widerſtehen; denn die Luft geräth bey jedem Schalle in eine Bewegung: ſie wird wechſelweiſe zuſammengedrückt, und dehnt ſich aus; ſteht dieſem Ausdehnen nach einer Richtung ein Hinderniß (welches hier die kleinen Körpertheile ſind) entgegen; ſo geſchieht es nothwendig nach der entgegengeſetzten Richtung, und die Luft fängt eben dahin neue Schwingungen an, und trägt den abgeprellten Schall zu unſerm Ohre zurück.

I. Fällt der Schall in gerader Linie und **unter einem rechten Winkel** auf den Widerſtand auf, ſo wird er auch unter eben dem Winkel zurückgeprellt werden; im Gegentheile wirſt ihn ein ſchief entgegenſtehendes Hinder-

niß

niß auch nach einer andern ſchiefen Richtung zurück; denn hier hat die Luft zwar auch einen Widerſtand, aber einen viel geringern gegen die Seite; ſie muß ſich alſo auch dorthin mehr ausdehnen und von ihrer vorigen Richtung ſo abweichen, daß der Reflexionswinkel beynahe dem Auffallswinkel gleich werde.

* Die vollkommene Gleichheit des Reflexionswinkels läßt ſich hier nicht ſo genau, wie in der Localbewegung erweiſen; eben darum wollte ich ſie auch nicht gänzlich behaupten. Die Verſuche können deſſen ungeachtet erklärt werden, wenn die Reflexion nur beynahe unter einem gleichen Winkel geſchehen muß.

II. Nicht jeder Körper iſt geſchickt dazu, den Schall zurückzuwerfen; ſo, wie auch nicht die Theile eines jeden dem Ausdehnen der Lufttheilchen widerſtehn.

III. Wird der Schall von mehrern Körpern abgeprellt, welche aber von dem Orte, wo man den Schall erregt, verſchiedene Entfernungen haben: ſo giebt es auch ein mehrere Male wiederholtes Echo; weil man den zurückgeworfenen Schall von einem nähern Körper ſchon vernommen hat, bis der andere aus einer größern Entfernung ankömmt u. ſ. w. Die ſpätern Echo werden aber auch allemal ſchwächer ſeyn, als die erſtern, weil der Schall im Quadratverhältniſſe der Entfernung abnimmt (§. 390. II.). Es wäre denn, daß dieſes Abnehmen auf eine andere Weiſe, durch das ſtärkere Zurückprellen von einem mehr tauglichen Gegenſtande, oder durch das Zuſammentreffen mehrerer Echo, erſetzt würde. So würde z. B. zwiſchen zwoen parallelen

Mauern

Mauern das erſte Echo ſtärker, das zweyte ſchwächer, und das dritte wieder verſtärkt gehört werden; wenn das Ohr von der einen Mauer doppelt ſo weit, als von der andern entſernet wäre, und ich eben dort einen Schall erweckte.

* Einige wollen auch den anhaltenden Schall des Donners durch das Echo erklären; allein dieſe Erklärung will mir gar nicht genug thun. Ich kann auf einer großen Ebne, auf dem weiten Meere keinen zurückprellenden Körper ausſindig machen. Die Wolken kann man gewiß nicht dafür anſehen; denn der Schall wird durch ſie fortgepflanzt, ihre kleinen Theile erhalten die elaſtiſche Bewegung der Luft, und theilen dieſelbe andern Theilen mit. Ich halte vielmehr dafür, daß man den hinlänglichen Grund von dem Anhalten des Donners theils in der Lage des Blitzes, theils in den Geſetzen der Fortpflanzung des Schalles aufſuchen müſſe. Es werde (Fig. XXXVII.) durch den ganzen Raum, welchen die Linie adegfn bezeichnet, der Blitz entzündet: ſo muß die Luft, welche durch den Blitz verdrängt, und wie von einem ſchallenden Körper zuſammengedrückt wird, ſogleich eine ſchwingende Bewegung annehmen, und den Donner bis zu unſerm Ohre verbreiten. Da nun der Schall nach und nach fortgepflanzt wird: ſo muß ihn das Ohr in A erſt von a, dann b, c, u. ſ. w. aber wegen der größern Entfernung immer ſchwächer hören. Der Schall aus ed, und noch mehr aus fg muß ſehr verſtärkt werden, weil hier das, was die Entfernung beträgt, durch die größere Luftmaße erſetzet wird. In der Folge muß aber der Donner

ner wieder ordentlich im Quadratverhältniſſe mit der gröſsern Entfernung abnehmen.

** Die Beſchaffenheit, und die Eigenſchaften des Sprachrohres (Tubi ſtentorii) laſſen ſich leicht aus dem, was bereits geſagt worden iſt, begreifen. Z. B. warum das Sprachrohr eine koniſche, und gleich vom Anfange an dem Theile bey der Oeffnung eine ellyptiſche Figur haben müſſe: warum eine ſehr elaſtiſche Materie zu demſelben erfordert werde: warum der Schall, oder der Ton verſtärkt, und abgeändert werden muß u. ſ. f. Alles dieſes ſäge ich, läßt ſich leicht aus dem vorhergehenden, und aus der XXXVIII. Figur begreifen, und wird in den öffentlichen Vorleſungen genau auseinander geſetzt werden.

Von dem Hören.

§. 403.

Anatomiſche Beſchreibung des Ohres (Fig. XXXIX.). 1.) Der äußere ſichtbare Theil des Ohres AB wird wegen ſeiner Geſtalt die **Muſchel** (Concha) genannt. 2.) Aus dieſer geht eine Oeffnung bey C in den **Gehörgang** (meatus auditorius) welcher eine cylinder- und ellypſeförmige Aushöhlung iſt, ſo von D bis E reichet. 3.) Am Ende des Gehörganges iſt ein ſehr elaſtiſches Häutchen ſchief dagegen ausgeſpannt, welches man das **Trommelfell** (Tympanum) nennt. Dieſes ſcheidet den Gehörgang von einer andern merklich groſsen Höhle (der **Trommelhöhle**) ab. An dem Hintertheile des Trommelfells in der Trommelhöhle liegen vier kleine Knochen: der **Hammer**

mer h, der Amboß k, das linſenförmige Knöch-
lein i, und der Steigbügel n, das Trommelfell kann mittels des Hammers durch eine beſondere Muſkel mehr oder weniger geſpannt werden. 4.) In die Trommelhöhle geht aus dem Munde bey einer Oeffnung am Gaume ein Kanal M, der die Trompete des Euſtachius (Tuba Euſtachiana) von ſeinem Erfinder genannt wird. 5.) Aus der Trommelhöhle führt uns eine ovale Oeffnung (feneſtra ovalis) in den Vorhof des Irrganges (Veſtibulum labiryntbi): dieſer Vorhof verlängert ſich ſowohl in den Irrgang, als in die Schnecke (cochleam): der Irrgang begreifet drey halbkreiſenförmige Kanäle O, P, Q, welche durch fünf Oeffnungen mit dem Vorhofe communiciren. 6.) Die Schnecke aber, als der innere Theil des Ohres S iſt ein koniſcher ſchneckelinichter Kanal in anderthalb Kreiſe gewunden; und wird von einer theils aus Gebeinchen a a a (Fig. XL.), theils aus Häutchen b b b zuſammengeſetzten ſchneckenförmigen Scheidewand (Lamina ſpiralis) nach der Länge in zwey halbe Kanäle getheilt, wovon der eine in den Vorhof des Labyrinthes reichet, der andere aber ſich durch das Häutchen der runden Oeffnung (feneſtræ rotundæ) an der Trommelhöhle ſchließet. Auf dieſer Scheidewand gehen rings herum aus dem Kern der Schnecke die feinſten nervichten Faſern aus, die gegen der Spitze der Schnecke zu immer kürzer werden.

Dieß iſt beyläuſtig der Bau des Ohres nach ſeinen Haupttheilen: nun wollen wir ihren Gebrauch bey der Empfangung des Schalles erklären.

§. 404.

Das äußere Ohr, die Muſchel, trägt vieles zur Verſtärkung des Schalles bey: ohne daſſelbe würden nur diejenigen Radii des fortgepflanzten Schalles in den Gehörgang kommen, welche auf deſſen Oeffnung auffielen; vermittels dieſes muſchelförmigen Gebäudes aber werden durch die Reflexion unter einem gleichen Winkel auch diejenigen dahin verſammelt, welche auf die äußern Theile der Muſchel treffen. Boerhaave (a) hat verſchiedene Linien auf die Muſchel gezogen, und bey der Beſtimmung des Reflexionswinkels geſunden, daß die abgeprellten Linien alle in der Oeffnung des Gehörganges zuſammen treffen.

* Darum geben die Thiere ihren Ohren unterſchiedſchiedliche Richtungen: 2.) darum hören Menſchen ohne Muſchel ſehr ſchwach, und oft nur ein verwirrtes undeutliches Gemurmel: 3.) eben darum können wir unſer Gehör mit der hohlen Hande, und durch verſchiedene andere Inſtrumente anſtrengen. 4.) Hieraus verſteht man auch, wie man den mindeſten Laut in gewiſſen Gebäuden (z. B. ehemals aus dem Dioniſianiſchen Kerker) vernehmen müſſe.

II. Durch den Gehörgang wird der Schall verſammelt, auf das Trommelfell hingeleitet, und zum Theile auch verſtärket. Das erſte begreift man aus der Figur, und das zweyte folgt aus der elaſtiſchen Natur des Gehörganges, vermöge welcher er auch ſelbſt jede ſchwingende Bewegung annehmen kann.

III.

(a) H. von Haller Phyſiol. T. V. L. V. S. III. §. 1.

III. Daß die Trommel mittels der Knochen, welche an ihr liegen, eine verſchiedene Spannung erhalte, davon überzeuget uns die ganze Einrichtung, und ſonderbar die Gegenwart der Mußkeln. Daß aber dieſe Spannung mit den Tönen in einem Verhältniße ſtehe, und daß ſie mit jedem andern Tone abgeändert werde, das läßt ſich wohl ſehr hart behaupten. Man ſtelle ſich vor, welch eine Menge verſchiedener Spannungen das Trommelfell eines geübten Muſikers empfangen müßte, der die Töne eines ganzen muſikaliſchen Chores in einem und eben dem Augenblicke vernimmt, und voneinander unterſcheidet. Der Gebrauch, den die verſchiedene Spannung des Trommelfells hat, ſcheint ſich nicht weiter zu erſtrecken, als daß wir den nämlichen Ton bald deutlicher, bald undeutlicher hören. Sehr wahrſcheinlich iſt es, daß die Seele das Fell ſpanne, wenn der Ton aus was immer für einer Urſache (z. B. wegen der zu groſſen Entfernung des ſchallenden Körpers, wegen der Feuchtigkeit der Luft, wegen dem Mittönen anderer Körper ꝛc.) ſehr ſchwach iſt, und ſie ihn nicht deutlich genug vernimmt. Denn durch dieſe Spannung wird das Trommelfell geſchickter die Schwingungen anzunehmen, ob es nun gleich für die Schwingungen eines jeden Tones die nämliche Spannung behält. Neben dem hat das Trommelfell noch einen beſondern Nutzen, daß es nämlich die Luft in der Trommelhöhle von den Veränderungen der äußern Luft beſchütze, welche alsdann freyen Durchzug durch den Gehörgang und die Trompete hätte, und die Schnecke vielleicht ſelbſt verletzen könnte. Eben darum aber mußte dieß Fell ſehr elaſtiſch, und verſchiedener Spannungen fähig ſeyn, damit der Schall, der nicht unmittelbar auf die Luft in der Trommelhöhle wir-

ken kann, mittels dieſes Felles doch genugſam fortgepflanzt werden könnte.

* Daß das Trommelfell zum Hören nicht durchaus nothwendig ſey, überzeugen uns Erfahrungen (a), und Verſuche (b). Doch beweiſen auch eben dieſe, daß es wenigſtens zur Erhaltung des Gehöres vieles beytrage, denn der Hund des Williſius ward doch endlich nach dreyen Monaten, als man ihm das Trommelfell einbrach, gehörlos (c).

IV. **Der Schall kann auch durch die Trompete des Euſtachius in die Trommelhöhle gebracht werden:** das iſt die Urſache, warum wir auch den Mund aufthun, um deutlicher zu hören. Wenn man ſich die Ohren ſchließt, oder wenn ſie von der Natur bey den Tauben geſchloſſen ſind, und ein klingendes Inſtrument in dem Munde gehalten wird; ſo kann man aus der eben angezeigten Urſache noch immer einen Schall vernehmen.

V. **In dem Irrgange** wird der Schall ferner zurückgeprellt, und auf unterſchiedliche Weiſe verſammelt.

VI. **Das Hören ſelbſt** geſchieht eigentlich unmittelbar durch den Gehörnerve, der ſich ſchon in dem Vorhofe, und im Labyrinthe, hauptſächlich aber in der Schnecke ausbreitet; denn nur die Nerven ſind empfindlich (§.334.IV.), und

(a) Phil. transact. n. 461. Lieutaud. précis de medec. prat.

(b) Willisius de anima Brutorum. p. 133. Phyſiol. Halleri an obigem Orte §. 2.

(c) Eben dort.

und Beyſpiele überführen uns, daß man auch noch bey verletzten knochichten Theilen hören kann.

* Dieſer Erklärung entgehet nichts, Wenn der Irrgang, und die Schnecke ſelbſt mit Waſſer gefüllet iſt, wie H. Phil. Frid. Meckl (a) behauptet; denn auch das Waſſer nimmt den Schall an, und pflanzet ihn fort (§.390. IV.): ja weil es dichter iſt, als die Luft, wird es auf die Nerven ſo, wie die Berührungspunkten häufiger ſind, ſtärker wirken.

IV. Kapitel.

Von den Wirkungen der Luft, in ſoweit ſie in den ſehr kleinen Abſtänden anziehende Kräften hat.

Als Wirkungen dieſer Kräfte betrachte ich die Ausdünſtung, und alle übrigen Waſſermeteoren in der Luft, die mit der Ausdünſtung verbunden ſind. Mich deucht alſo, hier ſey der ächte Ort dieſelben zu erklären. Zuerſt werde ich die **Theorie der Ausdünſtungen** feſtſetzen, und hernach eine ganz ungezwungene Anwendung auf die beſagten **Meteoren** machen. Beydes zugleich wird dieſe Kräfte außer allen Zweifel ſetzen.

Die Theorie der Dünſte.

§. 405.

Unter dem gemeinen Name der **Dünſte** verſteht man alle fremden Theilchen, welche von allen Gattungen der Kör-

(a) Diſſ. Anatomico-Phyſiologica de Labirinthi contentis Argentorati 1777.

Körper in die Luft aufſteigen; ich werde mich aber künftig dieſes Wortes nur für die **flüßigen** Theilchen bedienen, und die Theilchen aus den **feſten** Körpern **Dämpfe** nennen: ſo ſind Waſſertheilchen **Dünſte**; und Erde- Salz- Harztheilchen ꝛc. **Dämpfe**. **Ausdünſtung** oder **Ausdämpfung** heißt alſo nichts anders, als eine Abſönderung und Erhöhung ganz kleiner flüßiger, oder feſter Theilchen von den Körpern, deren Beſtandtheile ſie waren.

I. Bey einer jeden Ausdünſtung geht eine Auflöſung und Abſönderung vor.

II. Die aufgelößten Theilchen müſſen auch in die Luft erhoben werden.

III. Wenn dieſe Erhöhung durch die Schwere der Luft, und nach hydrauliſchen Geſetzen bewirkt werden ſoll; ſo müſſen die Dünſte ſowohl als die Dämpfe ſpecifiſch leichter werden, denn die Luft.

§. 406.

Beobachtungen. I. Von einem Waſſer, das man bey der Nacht, auch in der wärmſten Jahreszeit, der freyen Luft ausgeſetzet, dünſtet die ganze Nacht über beynahe nichts, oder doch nur ſehr weniges aus. Mit der Aufnahme des Tages fängt die Ausdünſtung an, wächſt, und nimmt wieder ab mit dem Tage. 2.) Dieß gilt in allen Jahreszeiten, obſchon mehr im Sommer, als im Herbſt und Frühlinge, in dieſem mehr, als im Winter. II. Die Ausdünſtung im Frühlinge und Herbſte verhält ſich ſo ziemlich gleich. H. von Haller (a) hat nach 10 jährigen Beobachtungen die mittlere Aus-

(a) Memoires de l'Acad. paris 1764.

Ausdünſtung aus ſeinem Salzwaſſer im Merzen, und im Weinmonathe = 15''' befunden. 2.) Niemal aber hat es im ganzen Jahre an einem einzigen Tage mehr denn 3''' ausgedünſtet. 3.) Mit dem Grade der Wärme ſtand das Ausdünſten insgemein, und größtentheiles ſo ziemlich im Verhältniſſe; doch war auch das nicht allgemein: an gleich warmen und heitern Tagen war es manchmal ungleich; und oft dünſtete an wärmern Tagen weniger, als an kältern aus, obſchon auch die Luft gleich heiter war.

§. 407.

Die Ausdünſtung kann nicht nach hydroſtatiſchen Geſetzen durch den Druck der Luft auf die ſpecifiſch leichtern Waſſertheilchen, oder auf eine ſpecifiſch leichtere Zuſammenſetzung aus Luft und Waſſer bewirkt werden; denn woher ſollte eine ſolche Ausdehnung des Waſſers oder auch der Luft bey kältern, wie bey wärmern Wetter entſtehen? Die ſpecifiſche Schwere des Waſſers verhält ſich zu jener der Luft beynahe = 1000 : 1 (§. 237. Anm.). Es kann alſo weder das Waſſer, noch die Luft ſo ausgedehnt werden, daß das Waſſer, oder auch eine Zuſammenſetzung aus Luft und Waſſer die erforderliche ſpecifiſch größere Leichtigkeit bekäme.

* Hiedurch iſt ſowohl die Meinung des Freyh. von Wolf, als des H. Krazenſtein widerlegt. Wolf nahm zu ſeiner Erklärung Waſſerbläschen an, die mit ſehr ausgedehnter Luft, oder etwa gar nur mit Feuertheilchen angefüllt

gefüllt wären, und hiedurch ſpecifiſch leichter, denn die Luft würden, da doch gewiß iſt, daß ſich die durch die Sonnehitze ausgedehnte Luft zu der andern verhält = 3 : 1 und beym ſiedenden Waſſer = 7 : 1; die ſpecifiſchen Schweren aber = 1000 : 1. Krazenſtein beſtreitet dieſe Meinung mit dieſen und noch andern ganz überzeugenden Gründen (a), und bemühet ſich eine andere feſt zu ſetzen: die Waſſerbläschen bleiben nach ſeinen Gedanken immer ſchwerer als die Luft: die Luft aber wird über einem heißen und ſiedenden Waſſer, ſo wie auch über dem Feuer dergeſtalt ausgedehnt, daß ſie ſammt den Waſſerbläschen eine Zuſammenſetzung ausmacht, welche von der ringsherum noch kältern Luft in die Höhe gedrückt wird. Ob dieſe Erklärung nun ſchon von den Dünſten welche von einem ſiedenden Waſſer, und über einem Feuer erhoben werden, hinlänglich ſeyn mag; ſo reicht ſie doch nicht zu, um uns auch das Aufſteigen der Dünſte aus jedem Waſſer in die Luft begreiflich zu machen, wenn die Luft über dem Waſſer kälter, oder doch gewiß nicht wärmer als die übrige iſt.

§. 408.

Man kann auch die Feuertheilchen, welche aus den wärmern in die kältern Körper übergehen, nicht als Dünſteträger anſehen, welche das Waſſer erheben, und mit ſich forttragen ſollten; im Frühlinge, wo das Waſſer gemeiniglich kälter als die Luft iſt, müßten die Feuertheilchen aus der Luft in das Waſſer gehen: folglich wäre hier

(a) Abhandlung von dem Aufſteigen der Dünſte und Dämpfe. Halle 1774.

hier keine Ausdünſtung möglich; und dennoch belehrt uns die Erfahrung vom Gegentheile: die Ausdünſtung geht im Frühlinge wie im Herbſte, und im Sommer vor (Beob. I. 2.). Zu Nachts gehn die Feuertheilchen ſehr häufig in die geſchwinder erkältete Luft aus dem noch warmen Waſſer über, warum ſollten ſie nicht auch hier Waſſertheilchen mit ſich nehmen, wenn das ihr eigenes Geſchäfte iſt (Beob. I.)?

§. 409.

Wenn man das Aufſteigen der Dünſte mit dem **H. Krazenſtein** (§. 407. Anm.), oder durch die Feuertheilchen vorg. §. erklären will: ſo muß man zugeben, daß nach der erſten Lehre die **Lufttheilchen**, und nach der andern, die **Feuertheilchen das Waſſer ſtärker anziehen, als daß ihre Kraft** von der Schwere **der Waſſertheilchen und den anziehenden Kräften, mit welchen dieſe untereinander zuſammenhangen, könnte überwunden werden.** Die Luft- oder Feuertheilchen müßten die ſchweren Waſſertheilchen in die Höhe tragen: wie läßt ſich das denken, ohne daß eben dieſe mit den Lufttheilchen zuſammen hangen, den Zuſammenhang des Waſſers aufheben, und die Schwere der getrennten Theilchen überwinden? Die Waſſertheilchen mußten alſo auch in dieſen Meinungen einen ſtärkern Zuſammenhang mit der Luft erhalten, als daß er durch ihre Schwere könnte getrennt werden.

* **Anziehender Kräfte** bedarf man alſo bey einer jeden Erklärung der Dünſte, wenn man ſie auch nicht als den allgemeinen, und hinlänglichen Grund

der Ausdünſtungen annehmen will. Laſſen ſich nun aus den anziehenden Kräften alle Meteoren der Dünſte deutlich herleiten: ſo denke ich, wird man wohl nimmer an dem Daſeyn, und dem Wirken dieſer Kräfte zweifeln. Der Schluß, den ich mit Newton (a) machen werde, iſt der: Wenn ich die anziehenden Kräfte zu Hilfe nehme, ſo erkläre ich das ganze Geſchäft der Ausdünſtungen deutlich, und dieſe müſſen ſo vor ſich gehen, wie wir ſie beobachten; dieß läßt ſich von keiner andern Urſache behaupten, ja die Beobachtungen widerſprechen allen bisherigen Meynungen: folglich läßt ſichs an der Wahrheit und Wirklichkeit dieſer Kräfte nimmer zweifeln: und dieß auch darum um ſo weniger, weil dieſen Kräften ſelbſt die Einförmigkeit, und Aehnlichkeit mit andern Wirkungen eine große Wahrſcheinlichkeit giebt. Dieß letztere will ich zuerſt zeigen.

§. 410.

Verſuche und Beobachtungen. I. Ueber die Auflöſung der Salze im Waſſer. Das Waſſer löſt die Salze auf; jedoch bey einem beſtimmten Grade der Wärme auch nur eine beſtimmte Quantität deſſelben; das übrige läßt es unaufgelößt. 2.) Vermehrt man die Wärme, ſo wird auch mehr Salz aufgelößt; und im Gegentheile wird bey Verminderung der Wärme ein Theil deſſelben angelaſſen. 3.) Ein gewiſſes Maaß des Waſſers löſt auch nur eine gewiſſe Quantität Salzes auf. 4.) Wenn die Auflöſung

(a) Newton L. III. Princ. Mathem. Phil. nat. Reg. I. & IV.

löſung geendet iſt, ſo iſt das Salzwaſſer (ſolutio ſalis) vollkommen hell und durchſichtig.

II. Ueber Luft und Dünſte. Wenn man eine hohle, und wohl ausgetrocknete gläſerne Sphäre an einem warmen Orte ſchließt, und ſie ſodann in einen kältern Ort überbringt: ſo ſetzen ſich an die innere Fläche der Sphäre ſehr zarte, und feine Dünſte an, die ſich nach und nach vermehren, in Tropfen zuſammen rollen, abfließen, und den unterſten Theil der Kugel mit Waſſer decken. 2.) Trägt man itzt dieſe Kugel in den wärmern Ort zurück, ſo verſchwinden anfangs die Dünſte an den Wänden der Kugel, und nach und nach auch das am Boden geſammelte Waſſer, und die ganze Sphäre ſo wie die eingeſchloſſene Luft wird vollkommen trocken. 3.) Von einem kochenden Waſſer, das man in luftleeren Raum ſtellt, beobachtet man nicht die geringſte Ausdünſtung; ob man ſie gleich häufig wahrnimmt, ſobald man Luft in den Recipienten einläßt. 4.) So ſetzen ſich auch bey einem gleichen Grade von Kälte die Dünſte nicht ſo häufig an die Wände eines bis zur Helfte mit Waſſer erfüllten Cylinders, in welchem man die Luft verdünnert hat, als in einem andern, wo man die Luft bloß verſchließt, ohne ſie zu verdünnern.

Folgeſätze. I. Zwiſchen den Wirkungen des Salzes im Waſſer, und jenen des Waſſers in der Luft giebt es eine ſehr genaue Aehnlichkeit. 1.) Das Waſſer bleibt durchſichtig, ungeachtet Salz darinne aufgelößt iſt (I. 4.): ſo auch die Luft in der ſich Waſſer befindet (II. 1. 2.); daß ſich Waſ-

ſer in der Luft befand, das beweiſen die Dünſte, die ſich im kältern Orte anſetzen. 2.) Das wärmere Waſſer kann eine größere Quantität Salzes, und die wärmere Luft mehr Waſſer aufnehmen (I. 2. II. 1. 2.). 3.) Bey Verminderung der Wärme wird das Salz vom Waſſer (I. 2.), und das Waſſer von der Luft (II. 1.) abgeſöndert. 4.) Eine kleinere Quantität Waſſer löſt weniger Salz auf (I. 3.); auch die Luft, wenn ſie verdünnert iſt, hält weniger Waſſer (II. 3.).

II. Man hat alſo Grund die Aufnahme des Waſſers in die Luft, ſo wie das Zerfließen des Salzes im Waſſer für **eine chemiſche Auflöſung**, und die Abſönderung des Waſſers von der Luft, ſo wie jene des Salzes vom Waſſer bey größerer Kälte, für einen **chemiſchen Niederſchlag** anzuſehen.

III. Und wie das Waſſer ein Auflöſungsmittel vom Salze iſt, ſo **könnte man immer die Luft als das Auflöſungsmittel des Waſſers betrachten.** Doch die fernern Erklärungen ſollen uns auch allen Zweifel hierüber benehmen.

§. 411.

Wenn die Waſſertheilchen von den Lufttheilchen ſtärker gezogen werden, als ſie ſich ſelber untereinander anziehen: ſo muß das Waſſer aufgelöſet, und mit der Luft vermiſcht werden (§. 93.—96.), bis dieſe zuletzt gleich einem jeden andern Auflöſungsmittel vollkommen, oder wenigſt

reſpectiv geſättiget iſt (§. 96. I. II. §. 97.). Es läßt ſich alles, was wir in den angezogenen §§. bewieſen, auch für den gegenwärtigen Satz verſtehen.

I. Da der Zuſammenhang der Waſſertheilchen mit der Wärme in einem verkehrten Verhältniſſe ſteht (§. 61.): **ſo muß die Auflöſung des wärmern Waſſers leichter, und häufiger geſchehen, als des kältern;** denn um den ſchwächern Zuſammenhang zu trennen, bedarf die Luft auch nur kleinerer Kräfte, folglich kann ſie die Kraft, die ſie in kältern Waſſer auf einen Theil verwenden muß, nun auf mehrere Theile ausüben. Dieß iſt die Urſache von den obigen Verſuchen und Beobachtungen (§§. 406. 410.).

II. Wie das Uebermaaß der Kräfte in der Luft beſtimmt iſt, **ſo iſt auch nur die Auflöſung einer beſtimmten Quantität Waſſers möglich,** geſetzt, daß dieſes wegen der Wärme auch einen noch ſo ſchwachen Zuſammenhang behalten ſollte (§. 96. II.). Dieß wird durch die Beobachtungen (§. 406. II. 2. 3.) auch beſtätiget; und dieß iſt zugleich die Urſache, warum eine weniger geſättigte Luft mehr, und ſchleuniger auflöſe.

III. Iſt aber das Waſſer ſehr warm, oder ſiedend, wodurch die nächſte Luft mehr als die übrige erwärmet wird: ſo geht **die Auflöſung ſo lange vor, als dieſe Wärme anhält;** denn die nächſte, wärmere, und ſchon mit Waſſer angeſchwängerte Luft wird von der kältern in die Höhe gedrückt, und dieſe nimmt den Ort der vorigen ein,

bis ſie ſelbſt auch erwärmt, vom Waſſer geſättiget, und abermal von einer kältern Luft in die Höhe gedrückt wird u. ſ. w. Mithin wird das Waſſer immer eine friſche Luft berühren, und auf ſelbes mit neuen Kräften wirken.

IV. So muß auch die **Auflöſung durch die Winde befördert werden;** wenn ſie eine mehr geſättigte Luft wegführen, und eine andere, die noch mit mehrern anziehenden Kräften verſehen iſt, herwehen.

V. Auch die nämliche Luft wird zum Auflöſen wieder geſchickt gemacht, wenn ihr Erſättigungsgrad durch Regen, Thau ꝛc. vermindert worden iſt.

VI. Gleichwie die Verdünnerung der Luft die anziehenden Kräfte mindert, ſo muß ſie auch die Auflöſung hemmen.

§. 412.

Die Waſſertheilchen müſſen ſogar erhöhet werden, wenn die anziehenden Kräfte der Luft auf die Waſſertheilchen auch hinreichend ſind die Schwere derſelben zu überwinden; und dieß zwar ſo lange, als dieſes Uebermaaß vorhanden iſt. Auch dieſer Satz iſt in der Hauptſache ſchon bey der Erklärung des Aufſteigens der Theilchen in einer chemiſchen Auflöſung (§. 98. 99.) bewieſen worden. Man überdenke die Folgeſätze eben dort, und man wird auch an der Wahrheit der folgenden nicht zweifeln.

I. Zuerſt wird die unmittelbare Luft über dem Waſſer die Theilchen von dieſem Anziehen, und mehr als die übrige Luft geſättiget werden; allein die höhere und minder geſättigte Luft wird der erſtern das aufgelößte Waſſer nach dem Uebermaaß ihrer Kräfte rauben (vorg. §. II.), und **ſo wird eben das aufgelößte Waſſer nach allen Richtungen hingezogen werden.**

II. Die untere unmittelbare Luft wird dadurch neuerdings fähig, Waſſer an ſich zu ziehen; allein die übrige Luft wird ihr auch dieſes wieder und zwar ſo lange abnehmen, bis die Sättignng in der ganzen Luft vollkommen hergeſtellt iſt (§. 99. I.), wenn anders kein Hinderniß dazwiſchen kömmt.

III. Weil die Dichtigkeit der Luft mit der Höhe abnimmt (§. 202. II.): ſo müſſen auch die anziehenden Kräfte, und mit ihnen die Menge der aufgelöſten Waſſertheilchen wie die Höhe abnehmen, und endlich die fernere Erhöhung allerdings unmöglich werden.

IV. Deſſen ungeachtet hat die **reſpective Erſättigung** (§. 97.) in der Luft Platz; denn die Austheilung der Waſſertheilchen muß doch allemal mit den anziehenden Kräften im genaueſten Verhältniße ſtehn.

V. **Die angezogenen Waſſertheilchen müſſen auch in dieſem Verhältniße ſo lange in der Luft hangen bleiben, als in dieſer keine Aenderung der anziehenden Kräfte vorgeht.** Die einzelnen Waſſertheilchen können von ſich ſelber nicht fallen, da ſie von den anziehenden Kräften der Luſt zu-

rückgehalten werden; aber auch die Luſt kann mit den Waſſertheilchen nicht ſinken, weil die Erſättigung und die Schwere der Luft in gleicher Höhe gleich iſt.

§. 413.

Verſuche zur Beſtimmung des Erſättigungsgrades in der Luft. Man gieße in ein wohlgetrocknetes Geſchirr, z. B. in ein Glas ein merklich kälteres Waſſer, als eben die Luft iſt, und ſogleich werden ſich an der äußern Fläche dieſes Gefäßes Dünſte zeigen. 2.) Man vermindere die Kälte des Waſſers mittels eines zugegoſſenen warmen Waſſers, nur um $\frac{1}{2}$°, und gieße es in ein anderes ſolches Gefäß um; ſetzen ſich nun noch Dünſte an, ſo vermindere man die Kälte noch um einen halben Grad, gieße das Waſſer abermal in ein anders Gefäß, u. ſ. ſ. bis ſich endlich keine Dünſte mehr an die äußere Fläche eines ſolchen Glaſes anhängen.

Folgeſatz. Der Grad der Wärme, welchen das Waſſer in dem letzten Glaſe zeiget, wo ſich keine Dünſte mehr anſetzen, iſt **der Grad der vollkommenen Erſättigung**, welchen die Luft eben itzt hat; denn dieß iſt derjenige Grad, bey welchem die gegenwärtige Luft ferner kein Waſſer auflößt, noch das ſchon aufgelößte entläßt (§. 97.).

§. 414.

Fernere Beobachtungen von dieſem Erſättigungsgrade. 1.) Wenn die Winde zu verſchiedenen Zeiten nach der nämlichen Richtung und mit gleicher

Geſchwin-

Geſchwindigkeit blaſen: ſo ſteht der Grad der Erſättigung mit dem Grade der Wärme zu eben denſelben Zeiten in einigem Verhältniße: ſo war bey dem Grade der Wärme = 15 ½° der Grad der Erſättigung = 11 und bey dem Grade der Wärme = 19 die Erſättigung = 15. 2.) Sucht man den Erſättigungsgrad zur Zeit, da die Winde von Oſten, oder Norden wehen: ſo entdeckt man zwiſchen der Wärme und dem Erſättigungsgrade einen merklichen Abſtand, und beym 14ten Grade am Thermometer war der Erſättigungsgrad = 3. 3.) Dieſer Unterſchied zwiſchen Wärme und Erſättigung iſt aber ſehr klein bey Winden, die vom Mittage kommen, und noch kleiner, wenn die Luft ſehr feuchte iſt. 4.) Wenn ſich aber alle übrigen Umſtände gleich verhalten, ſo iſt eben dieſer Unterſchied um ſo größer, je heftiger die Winde wehen.

* Alle dieſe Verſuche, wie auch die §. 410. angezeigten Verſuche und Beobachtungen haben wir dem H. le Roy zu verdanken (*a*). Ich habe ſie alle nachgemacht, und genau alſo befunden, wie ſie von der franzöſiſchen Akademie der Wiſſenſchaften zu Paris im Jahre 1751 ſind bekannt gemacht worden.

I. Der Erſättigungsgrad iſt zu verſchiedenen Zeiten und Umſtänden ſehr unterſchieden.

II. Die Luft trägt um ſo mehrere Dünſte, und hält ſie um ſo mächtiger an, je wärmer ſie iſt (1.).

III. So lange der Grad der Wärme in der Luft größer iſt, als jener der Erſättigung, ſo lange hält ſie die Dünſte

(*a*) Mem. de l'Acad. de Paris. 1751.

ſie immer an ſich, und ſie entläßt ſie nur alsdann, wann ſie über dieſen Grad der Sättigung erkaltet iſt. *

IV. Der Erſättigungsgrad wird alſo weder durch die Vielheit der Dünſte, noch durch den Grad der Wärme allein beſtimmt, ſondern durch **das Verhältniß der Wärme, und der Dünſte gegeneinander.** Dieß iſt die Urſache der 2. 3. und 4ten Beobachtung.

V. Dieſes alles aber läßt uns nimmer daran zweifeln, daß bey der Vermehrung der Kälte bis über den Sättigungsgrad in der Luft ein wahrer Niederſchlag des vorher im Dünſte aufgelöſten Waſſers vorgehe (§. 102.).

* Was mag aber wohl die fernere Urſache ſeyn, warum dieſer Niederſchlag alsdann erfolget, wann die Luft über den Sättigungsgrad erkaltet iſt? — Wenn wir auch dieſe Urſache nicht angeben könnten; ſo würde doch die Richtigkeit dieſer aus den Verſuchen unmittelbar gefolgerten Wahrheiten nichts dadurch verlieren. Die Aehnlichkeit mit der Salzauflöſung, und die Uebereinſtimmung aller Meteoren, die ich bald hernach zeigen werde, benehmen uns allen Zweifel hierüber. Doch, damit wir nur gar nichts unbeantwortet laſſen, ſo will ich es verſuchen, auch dieſe letzte Urſache ausfindig zu machen.

§. 415.

Die Lufttheilchen einzeln und für ſich betrachtet, ſind größer, als die einzelnen Waſſertheilchen. Die Lufttheilchen laſſen ſich auch durch die größte Gewalt nicht durch die kleinen Zwiſchenräume

ſehr

ſehr vieler Körper drucken, durch welche die Waſſertheilchen ſehr leicht dringen: ſo dringt das Waſſer bey einem ſtärkern Drucke durch Steine, Metalle, Blaſen ꝛc. keineswegs aber die Luft. Hingegen weiß man wenigſtens keinen Körper, durch welchen die Luft dringt, und durch welchen nicht auch das Waſſer kann gepreßt werden, ja man bringt oft das Waſſer noch leichter durch dieſelben, als die Luft. Dieſe Verſchiedenheit läßt ſich durch die Figur der Theilchen allein nicht begreiffen; die Lufttheilchen müſſen beynahe ſphäriſch seyn (§. 62. IV.), und die ſphäriſche Figur hat doch die kleinſte Oberfläche, folglich müßten ſie auch leichter durchdringen. In den Kräften der Luft wird man dieſen Unterſchied auch nicht antreffen können; denn einmal müßten dieſe Kräfte dem Drucke doch nachgeben, aber nein: ehe zerſpringt das Gefäß, ehe ſich die Theilchen einen Ausgang durch die Zwiſchenräume ſuchen. Es bleibt uns alſo nichts übrig, als daß wir die beſagte Verſchiedenheit der verſchiedenen Größe der Theilchen in beyden zuſchreiben.

I. Bey der Aufloſung müſſen alſo **die Lufttheilchen von den Waſſertheilchen umgeben,** und gleichſam eingehüllet werden; denn mit dem Uebermaaße der gegenſeitigen Kräfte wird das Waſſer von der Luft, und dieſe von dem Waſſer angezogen: es muß alſo eine Bewegung folgen, die ſo lange anhält, bis eine gegenſeitige Verbindung hergeſtellt, und das Lufttheilchen rings von den kleinern Waſſertheilchen umgeben iſt.

II. Je größer ſo ein Lufttheilchen gegen die Waſſertheilchen iſt, deſto größer kann auch die Anzahl der umgebenden Waſſertheilchen ſeyn, und im Gegentheile ꝛc.

III. Da nun die Lufttheilchen durch die Wärme ausgedehnt, und durch die Kälte ſehr ſchnell zuſammen gezogen werden: ſo iſt die wärmere Luft allemal fähiger, mehrere Waſſertheilchen an ſich zu ziehen, und die angezogenen in größerer Menge zutragen, als die kältere Luft: ja durch die Erkältung müſſen die Berührungspunkten vermindert, und einige zuvor angezogene Waſſertheilchen entlaſſen werden, und dieſes zwar in einigem Verhältniſſe mit der Kälte.

IV. Dieſe angelaſſenen Waſſertheilchen werden darum noch nicht von den übrigen Waſſertheilchen abgeſöndert; denn ob ſie gleich nimmer an der Luft hangen, ſo werden ſie doch von andern Waſſertheilchen mit einer Kraft gezogen, die von der Schwere eines einzigen Theilchens nicht kann überwunden werden. Die **Abſönderung eines Waſſertropfens** iſt alſo nur alsdenn möglich, wenn ſich mehrere Waſſertheilchen in eine größere Maſſe vereinigen, derer Schwere den Zuſammenhang der Waſſertheilchen unter ſich überwiegt (§§. 57. 65. IV. 4.).

V. Berührt die erkältete Luft einen Körper, der die entlaſſenen Waſſertheilchen mächtiger anzieht, als die Waſſertheilchen ſich ſelbſt einander, ſo werden ſich dieſe an demſelben anhängen. Eben das wird geſchehen, wenn ein kalter Körper die noch nicht erkältete Luft berührt; denn er wird die Luft erkälten, und die entlaſſenen Waſſertheilchen an ſich ziehen.

* Dieß läßt ſich auch alle Tage erfahren. Warum iſt im Winter die innere, im Herbſte und Frühlinge aber die äußere Fläche der Zimmerfenſter mit Dünſten überzogen? 2.) Warum fängt der Körper, den man vom wär-

mern

mern in den kältern Ort überträgt, wie man ſagt, zu ſchwitzen an? 3.) Warum ſetzen ſich die Dünſte dort häufiger an, wo die feuchte Luft freyen Durchzug hat? 4.) Und warum ſind oft an einer Mauer nur gewiſſe Flecken, und Steine naß? ꝛc.

Anwendung der feſtgeſetzten Theorie.

I. Von der trockenen und feuchten Luft.

§. 416.

Die Luft iſt **feucht**, wenn ſie außer dem Regen oder Schnee ꝛc. wenigſtens auf einige Körper, die ſie berührt, Dünſte anläßt (§. vorg. V.), im widrigen Falle iſt ſie **trocken**. Man ſieht alſo, was **Feuchtigkeit** und **Trockenheit** der Luft iſt.

§. 417.

Beobachtungen. Die Luft iſt vielmal auch alsdann trocken, wann der ganze Himmel mit Wolken überzogen iſt; und vielmal feuchte, wenn es vollkommen heiter zu ſeyn ſcheint. 2.) Iſt ſie auch bey verſchiedenen Graden der Wärme feucht. 3.) Die Winde von Süden und Weſten führen öfter eine feuchtere Luft her, als jede andere Winde. 4.) Selbſt unter dem Regen geſchieht es oft, daß die Luft an einem vom Regen geſicherten Orte noch trocken bleibe.

§. 418.

Erklärung dieſer Beobachtungen. I. Iſt die untere Luft nicht über ihren Sättigungsgrad erkältet, ſo wird ſie trocken ſeyn, es mögen nun wohl viele oder wenige Wolken in der Höhe ſchweben. Sobald aber die Kälte über den Sättigungsgrad anwächſt, ſo iſt ſie feucht, wie es in der höhern Atmoſphäre auch immer zugehen mag.

II. Der Sättigungsgrad der Luft hängt von der Wärme allein nicht ab (§. 413. IV.), und darum iſt ſie bey verſchiedenen Graden feucht.

III. Die Luft, die von Süden kömmt, verliert in unſern Gegenden nothwendig viel von ihrer Wärme, und da ſie überdas ſo, wie die Abendwinde mit vielen Dünſten angefüllt iſt, ſo wird ſie auch leicht über ihren Sättigungsgrad erkältet.

IV. So wenig die Feuchtigkeit der niedern Luft die Feuchtigkeit der höhern nach ſich zieht (I.) eben ſo wenig zieht die Erkältung und Feuchtigkeit der höhern, der Regen ꝛc. die Feuchtigkeit der niedern Luft nach ſich (Beob. 4.).

II. Von den Nebeln und Wolken.

§. 419.

Die Luft wird oft ganz nahe an der Oberfläche der Erde ihrer Durchſichtigkeit beraubt, und dieß nennen wir einen **Nebel**, einen **feuchten** oder **trocknen** je nachdem es auch die Luft iſt.

§. 420.

Der Nebel entſteht, wenn die Luft nahe an der Erde über den Erſättigungsgrad erkältet wird. Die wegen der Kälte entlaſſenen Waſſertheilchen fließen an dem Lufttheilchen, das ſie umgaben, abwärts, und folgen dem Ziehen größerer Kräfte, und der Schwere. Die Kräfte ſind dort, wo ſich zwey mit Waſſer überzogene Lufttheilchen, berühren, allemal ſtärker; folglich ſammeln ſich auch die Waſſertheilchen dorthin, und verurſachen eine Ungleichheit der Luft, durch die die auffallenden Lichtſtralen verſchieden zurückgeprellt, gebrochen, zerſtreut ꝛc. und an ihrem ordentlichen Durchgange gehindert werden; dieß macht aber nothwendig die Luft undurchſichtig (§. 299. II.).

I. Mit der Erkältung wächſt auch der **Nebel**, und manchmal folgt auch ein **Nebelreißen**, wenn die Waſſertheilchen ſo häufig entlaſſen werden, daß ſie durch ihre eigene Schwere abwärts ſinken.

II. Dieſe Erkältung kann und muß im Frühlinge und Herbſte wegen längerer Abweſenheit der Sonne öfter als im Sommer geſchehen, und darum ſind auch in dieſen Jahreszeiten die Nebel häufiger.

III. Im Winter hat dieß noch mehr Platz. Die Dünſte ſondern ſich wegen der Kälte am Morgen ab, der Grad der Kälte iſt beynahe immer gleich, die Waſſertheilchen ſind nicht ſchwer genug, ſelbſt zu fallen, und ſo bleiben wir oft ganze Tage, ganze Wochen in Nebel eingehüllt, bis ſie uns entweder von Winden weggeführt, oder durch die Wärme bey nachlaſſender Kälte aufgelößt werden.

IV. Die

IV. Die Höhe des Nebels hängt von der Höhe der Erkältung, und die Dichtigkeit von dem Grade derſelben über den Sättigungsgrad ab.

V. Die Nebel verſchwinden oder ſteigen in die Höhe, wenn die Wärme in der Luft zunimmt. Sie ſteigen, wenn die Luft zwar erwärmt wird, doch ſo, daß ſie nicht alle Dünſte auflöſen kann; denn in dieſem Falle wird die neblichte Luft nur ſpecifiſch leichter, und von der übrigen in die Höhe gedrückt. Sie verſchwinden, wenn die Wärme zureichend iſt, die Luft in den Zuſtand zu verſetzen, wo ſie alle vorher angelaſſenen Waſſertheilchen neuerdings auflöſen kann.

VI. Wenn die Kälte in der untern Luft immer mehr und mehr anwächſt, ſo fällt der Nebel gleichſam unvermerkt auf die Erde herab; denn die Waſſertheilchen können ſich wegen der kleinen Höhe, von der ſie fallen, in keine merkliche Maſſe vereinigen, und ihre Bewegung macht ſie auch nicht merklich, weil ſie nur nach und nach und langſam fallen können.

VII. Die Luft iſt vielmal nicht blos mit Waſſer, ſondern auch mit andern fremden Körpertheilchen angeſchwängert, (§. 270. Anm. 2.), welche ſich mit dem Waſſer verbinden, und wenn dieſes erkältet wird, mit ihm von der Luft abſondern; daher bekommen die Nebel allerhand Eigenſchaften, und geben oft einen ſtinkenden, ungeſunden Geruch von ſich ꝛc.

§. 421.

Beobachtungen von den Wolken. Die Wolken, in die wir manchmal die Spitzen der Berge eingehüllt

hüllt ſehen, ſind, wenn wir die Höhe beſteigen, nichts als ein Nebel mit allen den Wirkungen und Eigenſchaften, die wir eben vorher erklärt haben. 2.) Und wenn wir einen Nebel, der in der Tiefe iſt, von einer Anhöhe betrachten, ſo kömmt er uns gerade wie eine Wolke vor.

I. Die **Wolken** haben alſo mit den Nebeln die nämliche Natur, und Erklärung, ja ſie ſind nichts, denn Nebel, und alles was ich von dem Entſtehen der Nebel (§. vorg.) von ihrer Verſchiedenheit (I. VII.), von dem Steigen, Fallen, Verſchwinden ꝛc. (V. VI.) geſagt habe, das iſt auch von den Wolken zu verſtehen.

II. Bey dieſer Erklärung kann uns gar kein Zweifel übrig bleiben, wie die Wolken in der Höhe hangen, und hin und her bewegt werden. Das letzte iſt eine Wirkung der Winde (§. 377—382.), und das erſte iſt für ſich ſelbſt klar, die wolkichte Luft iſt nicht ſchwerer als die heitere, ſie iſt auch nicht mit mehrern Dünſten angefüllt: und der Unterſchied beſteht blos in dem Grade der Wärme oder Kälte, wodurch die heitere Luft fähig iſt, die Dünſte an ſich zu behalten, die wolkichte aber dieſelbe entläßt.

III. So, wie verſchiedene Gegenden der Luft erkältet ſind, ſo haben auch die Wolken eine verſchiedene Figur, manchmal iſt der ganze Himmel überzogen.

* Doch wie ſollte nur eine gewiſſe Gegend erkältet werden, und nicht auch die übrige Luft? Wie kann in Mitte der heitern Luft eine Wolke entſtehn? — Davon laſſen ſich mehrere Urſachen angeben; ich will hier nur die merkwürdigſten anzeigen. 1.) Die Dünſte, oder die Nebel

bel ſteigen nur an beſtimmten Orten auf, und werden von den Winden entweders aufgelößt in unſere Gegend gebracht, oder die Luft, in der ſie hangen, wird erſt bey uns erkältet. Die Größe des Ortes, aus dem ſie aufſteigen, oder die Größe eines aufſteigenden Nebels beſtimmt die Größe der Wolke. 2.) Eine kältere Luft, die aus einer fremden Gegend hergeführet wird, hat oft nur eine beſtimmte Breite, und darum kann ſie auch nur wieder in eine beſtimmte Gegend der Luft, in die ſie kömmt, Kälte verbreiten. 3.) Nicht jede Gegend der Erde, nicht jeder Theil einer Wolke wirft die Sonneſtralen in gleicher Menge zurück; ſchon die Lage der Berge, Flüße, Wälder ꝛc. beſtimmt hie und da eine unterſchiedliche Richtung der Lichtſtralen; wodurch auch ein Unterſchied der Wä me und Kälte in verſchiedenen Theilen hervorgebracht werden kann. 4.) Wolken, Berge, Wälder werfen einen Schatten. 5.) Es können ſich an gewiſſen Orten Salztheile mit Waſſer= Eis= und Schneetheilchen vermiſchen, und die Kälte vermehren (§.263.). 6.) Das gilt auch von jeden andern ungleichartigen Ausdünſtungen ꝛc.

** Noch eine Anmerkung verdient das Wölkchen, das wir in der kalten Luft mit jedem Athemzuge aushauchen, oder von einem erhitzten Thierkörper aufſteigen ſehen. Die ausgehauchte oder die den Körper zuvor unmittelbar berührende Luft, wird auf einmal kalt, läßt die Dünſte an, und verliert ihre Durchſichtigkeit. Ob wir nun ſchon eine eben ſo warme, und mit Dünſten erfüllte Luft auch in einem Zimmer, oder im Sommer aushauchen, ſo kann ſie doch

wegen

wegen dem zu geringen Unterſchiede der Wärme von der äußern Luſt nicht erkältet werden, und als ein Wölkchen erſcheinen. Dieß iſt auch die Urſache, warum ein Glas, ein Spiegel ꝛc. durch unſern Hauch mit Dünſten überzogen wird (§. 413. V. Anm.).

III. Vom Regen, Hagel, und Schnee.

§. 422.

Beobachtungen vom Regen. Eben zu der Zeit, da es im Thale ſehr dicht regnet, verſpürt man auf den Bergen ein ſchwaches Nebelreißen, und die fallenden Waſſertröpfchen ſind immer um ſo kleiner, wie höher man auf dem Berge kömmt. 2.) Es regnet bey verſchiedenen Graden der Wärme, und bey dem Grade, bey welchem es geſtern regnete, iſt es oft heute ſehr trocken. 3.) Zum öfteſten bringen uns die Winde von Süden, und Weſten, ſeltener aber die Winde von Oſten, und Norden einen Regen.

* Dieſe Uebereinſtimmung der Winde, und Regen hat H. von Muſchenbroeck zu Utrecht ſehr genau beobachtet und aufgezeichnet (*a*).

I. Der erſte Urſprung des Regens iſt ein bloſſer Niederſchlag der Dünſte (§.420.421. I.); er kann alſo keinen andern Grund haben, als die Erkältung der Luſt; in der Folge vereinigen ſich mehre Waſſertheilchen im Herabfallen, und die kleinern Tröpfchen fließen in einen größern Tropfen zuſammen (1. Beob.).

II. Die

(*a*) Phyſ. Inſtit. P. II. c. 4. §§. 1532. 1533.

II. Die Dichtigkeit des Regens hängt von der Höhe der Wolke, von der Vielheit der Dünſte, von dem Grade der Erkältung über den Sättigunsgrad ab.

III. Da der Erſättigungsgrad mit der Wärme allein nicht im Verhältniſſe ſteht, und bey verſchiedenen Winden, und andern Umſtänden gleichfalls ſehr verſchieden iſt, ſo kann es auch bey verſchiedenen Graden der Wärme regnen (2.).

IV. Die Winde von Süden, Weſten, Südweſten, Weſtnorden ꝛc. ſind entweder ſchon bevor ſie zu uns kommen, bis über den Sättigungsgrad erkältet, oder ſie werden es erſt bey uns; denn ſie kommen aus warmen Ländern, und von Meeren her. Darum bringen ſie nothwendig häufigern, und öftern Regen. Die Winde von Oſten und Norden kommen aus trockenen und (wenigſt der Nordwind) aus kältern Ländern; ſie ſind alſo vom Sättigungsgrade noch weit entfernt, und vielmehr zum Auflöſen, als zum Regnen geſchickt, wenn ſie bey uns erwärmet werden.

* Dieß iſt die allgemeine und unmittelbare Urſache des Regens. Alle übrigen ſind nur mittelbare, und ſie alle zu beſtimmen, wie wäre das möglich? Einige davon hab ich ſchon (im vorg. §. 1. Anm.) angegeben, hiezu kömmt noch die beſondere von den Winden (§. gegenw.) und 1.) die Lage, das Clima der Orte, in ſoweit ſie Hitze, oder Kälte haben. 2.) Die Entfernung eben dieſer Orte von warmen oder kalten Meeren. 3.) Umliegende Gebirge. 4.) Verſchiedene Ausdünſtungen, denen man ohne Zweifel auch die mannigfaltigen Farben, und andere verſchiedene Eigenſchaften des Regens zuſchreiben muß. An der Farbe des Regens mögen wohl auch allerhand Inſekten

ſekten, die der Regen zu Boden wirft, Urſache ſeyn, und der Pöbel hält ſie ſodann für einen Blutregen ꝛc.

§. 423.

Der **Hagel** iſt ein Regen gefrorner Waſſertropfen. Die Erklärung davon hat alſo nichts beſonders. Die Hagelſteine vereinigen ſich nach und nach zu jener Größe, in der der ſie zu uns kommen. Ein gefrorner Tropfe fällt auf einen ungefrornen, oder dieſer auf jenen: ſie gefrieren in einen zuſammen, und wenn dieſer wieder auf einen andern fällt, und das nämliche geſchieht: ſo iſt es wohl möglich, daß ſich ſo eine Schloſſe ſehr vergrößere. Blaſen überdieß die kalten Winde in entgegengeſetzten Richtungen, werden Schloſſen auf Schloſſen ſtoſſen, ſich vereinigen, und manchmal die Größe eines Hünereyes erhalten. Die Urſache des Gefrierens ſind meiſtentheils gähling kalte Winde, und vielleicht auch künſtliche Kälte (§. 421. Anm. 5.).

§. 424.

Der **Schnee** hat die entlaſſenen, und anfangs in Faſern, und Fäden zuſammengefrornen Dünſte zum Grunde. Die Faſern verbinden ſich zu Schneeflocken. Das kann man deutlich mit einem Mikroſcope beobachten. Wenn ſchon die Waſſertheilchen beym Gefrieren Faſern bilden (§.259.2.); ſo muß doch die Figur der Schneeflocken ſehr verſchieden ſeyn; denn ſie wird durch die Vereinigungswinkel beſtimmt, und an dieſen können andere Dünſte, Salze ꝛc. ſehr vieles ändern. Die Flocken vereinigen ſich auch erſt im Herabfallen; denn in höhern Orten ſind ſie immer kleiner.

* Eine

* Eine ausführlichere Beſchreibung hievon trift man bey Muſchenbroeck (*a*), und in P. Hauſers Partikularphyſik (*b*) an.

IV. Von dem Thaue und Reife.

§. 425.

Was man unter dem Thaue verſtehe, weiß Jedermann. Die meiſten Phyſiker behaupten, der Thau falle aus der Luft auf die Erde. Du Fay (*c*), und Gerſten (*d*) wollten, daß er aus der Erde in die Höhe ſteige. Muſchenbroeck glaubt, man müſſe beyde Meynungen zuſammen nehmen. Er behauptet auch noch eine dritte Gattung des Thaues, das aus den Pflanzen austritt, und ſich nur in gewiſſen Orten eben dieſer Pflanzen ſammelt (*e*).

§. 426.

Verſuche. M. le Roy (*f*) beſtimmte an verſchiedenen heitern Tagen Abends, da noch alles trocken war, den Grad der Sättigung in der Luft. Am folgenden Morgen fand er auf ſeinem Beobachtungsorte jedesmal einen Thau, ſo oft die Luft über dem Tages vorher beſtimmten Erſättigungsgrad erkältet ward, wenn ſich anders die Winde nicht

(*a*) Inſt. Phyſ. P. II. c. 20. §. 1560 — 1568.
(*b*) P. XIII. Q. II. art. V.
(*c*) Hiſtoir. de l'Acad. Paris. 1736.
(*d*) Tentamen de Rore. 1733.
(*e*) Inſt. Phyſ. P. II. §. 1520 — 1527.
(*f*) An dem oben §. 414. angezeigten Orte.

nicht geändert hatten. 2.) Der Thau war immer häufiger, je größer die Erkältung war. 3.) Hingegen, wenn die Kälte nicht bis über den Sättigungsgrad geſtiegen iſt, oder 4.) wenn ſich die Oſt- und Mittageswinde in Nordwinde verändert haben, ſo fiel nie ein Thau.

I. **Dieſe Verſuche überzeugen uns, daß auch der Thau durch die von der erkälteten Luft angelaſſenen Dünſte entſtehe.** Der Niederſchlag der Waſſertheilchen folgt allemal aus der über den Sättigungsgrad erkälteten Luft; können ſich die angelaſſenen Waſſertheilchen durch ihre Schwere ſelbſt losreißen, oder ſind dieß die anziehenden Kräfte der Pflanzen und anderer Körper zu bewirken im Stande; ſo werden diſe nothwendig feucht, und überthauet werden (Beob. 1.), und zwar im Verhältniſſe der Erkältung und des Niederſchlages. Nun aber war nie ein Thau außer dem Falle der beſagten Erſättigung beobachtet; folglich ꝛc.

II. Im Herbſte und Frühlinge muß es öftern und häufigern Thau werfen, als im Sommer; denn die kurze Abweſenheit der Sonne in dieſer Jahreszeit verhindert die dazu nöthige Erkältung der Luft. So ſind auch oft Morgens alle offenen Felder überthaut, ohne daß man in der Stadt, und zwiſchen den Mauern einen Thau verſpürt; die Urſache liegt wieder in der verſchiedenen Möglichkeit der Erkältung.

III. Auf dem nämlichen Felde, und in der nämlichen Gegend werden nicht alle Körper gleichſtark vom Thaue benetzt; entweder weil ſie nicht alle in gleichen Grade erkalten, oder weil ſie nicht alle gleiche Kräfte auf die Waſſertheilchen haben.

Du Fay (*a*) ſetzte der thauenden Luft Glaſe, Porcellain, rauhe Metalle ꝛc. und wohlgeſchliffene metallene Spiegel aus; die erſtern waren mit Thaue überzogen, die Spiegel aber nicht. Davon mag wohl die Urſache ſeyn, daß die rauhen Metalle ꝛc. wegen mehrern hervorragenden Theilen, und Vertiefungen ſtärkere Kräfte auf die Waſſertheilchen ausüben können, als die geſchliffenen.

IV. Es gilt gleich viel, ob die Luft eingeſchloſſen oder frey iſt, wenn ſie einen Thau entlaſſen ſoll; dazu wird mehr nicht als die Erkältung über den Erſättigungsgrad erfordert.

V. Der Thau wird von der unterſten, und der Oberfläche der Erde nächſten Luft abgeſöndert; ſonſt würde man es eben ſo gut einen Regen heißen können. Da ſich nun in dieſer unterſten Luft, mehr als in der höhern, immerdar fremde ungleichartige, d. i. ölichte, ſchweflichte, ſalzige ꝛc. Theile befinden; ſo darf es uns nicht wundern, daß der Thau oftmals ganz andere Eigenſchaften, als das Regenwaſſer hat, ja, daß die Thaue von verſchiedenen Orten ſelbſt wieder ſehr unterſchieden ſind (*b*).

* Nun, denke ich, können wir einer weitern Unterſuchung, ob der Thau aus der Erde ſteige, völlig entrathen; die Luft entläßt den Thau nach allen Richtungen, wie ſie die Körper berührt, es mögen dieſe eine ſchiefe, horizontale, aufrechte ꝛc. oder was immer für eine Stellung haben. Zum Ueberfluße will ich noch einen

Ver-

(*a*) Hiſt. de l'Acad. Paris. 1736.

(*b*) Boerhaave Elem. chem. theor. P. II. p. 469. Edit. Lugd.

Verſuch erklären, die jene des H. du Fay beleuchten ſollen, und noch einigen Einwürfen des H. von Muſchenbroeck antworten.

1.) Man fülle einen Gartentopf mit feuchter Erde; über dieſem richte man in der Entfernung = 1" ein Metall- oder Glasplättchen auf, und ſtelle ihn in der Sonne, oder ſonſt an einem warmen Orte aus. Das Plättchen wird die ganze Zeit über trocken bleiben. Man bringe den Topf an einen kältern Ort; und nicht lange, ſo ſetzen ſich ganz feine Dünſte an die untere, und nach und nach auch an die obere Fläche des Plättchens. Die Urſache, warum ſich in der warmen Luft keine Dünſte zeigten, iſt die Wärme ſowohl in der Erde, als in dem Plättchen. Sobald die Kälte an dem kältern Orte vorhanden war, ſetzten ſich Dünſte an das Plättchen. Doch, wie ſo? Das Plättchen, welches ganz von kalter Luft umgeben war, wurde geſchwinder erkältet, als die Erde im Topfe, ja, dieſe erwärmte ſogar anfangs die Luft, machte ſie zum Auflöſen geſchickt, und weil die Erde feucht war, hatte auch eine fernere Auflöſung Platz. Wegen der Wärme ward dieſe auflöſende Luft ſpecifiſch leichter, und ſtieg an das kältere Plättchen hinauf, wurde erkältet, und entließ Dünſte, die von dem Plättchen angezogen wurden, anfangs an der untern, und endlich auch an der obern Fläche.

2.) H. van Muſchenbroeck wendet uns wider die vorigen Erklärungen folgendes ein: An einigen Pflanzen liegt der Thau frühe allzeit auf dem nämlichen Orte der Pflanze, und ſchon in einen Waſſertropfen verſammelt; dieſer Thau kömmt, ſagt er, aus der Pflanze ſelbſt heraus. Eben dieß will er auch von dem Thaue einer andern Pflanze behaupten, der

ſich

ſich alsdann noch zeiget, wann man dieſe Pflanze mit einer gläſernen Glocke bedeckt, und die Erde, in der ſie ſteht, vollkommen mit Bley überzieht. Es iſt nichts leichter, als dieſe beyden Erfahrungen mit unſerer Theorie zu combiniren. Wenn man die nämlichen Pflanzen, die H. Muſchenbroeck in der erſten Beobachtung anführt, nach einem Regen beobachtet, oder wenn man ſie ſelbſt dicht mit Waſſer übergießt, ſo wird man eben den Tropfen und am nämlichen Orte ſehen, wie man ihn beym Thaue ſieht. Was könnte uns wohl deutlicher beweiſen, daß man dieſen Waſſertropfen dem äußern Bau, und der Neigung der Pflanze zuzuſchreiben hat, welche die Verſammlung aller kleinen Tropfen des Thaues möglich machet. Auf das zweyte antworte ich: daß die Pflanzen zwar eine Ausdünſtung haben, die aber in die Luft übergeht, auch wenn dieſe von der Glocke eingeſchloſſen iſt; aber auch die eingeſchloſſene Luft kann über den Sättigungsgrad erkältet werden (§. 410. II.), mithin muß ſie auch die Dünſte gegen die Pflanze unter der Glocke anlaſſen, und ſie mit Thaue befeuchten.

§. 427.

An dem Daſeyn der Kräfte, mit denen die Luft das Waſſer, und dieß die Luft ſtärker anzieht, als ſich die eignen Theile der Luft und des Waſſers ſelbſt einander anziehn, läßt ſich nun beynahe nimmer zweifeln. Dieſen Satz beweiſen alle Erſcheinungen, die in dieſer ganzen Materie vorkommen, und die nicht ſo faſt Erklärungen, als wahre Proben der angegebenen Kräfte ſind.

„ In der Experimentalphiloſophie (es ſind dieß die Worte des
„ großen Newton (a) hat man die Sätze, die man aus
„ den Phönomenen durch Induktion herleitet, ohngeachtet an=
„ derer entgegengeſetzter Hypotheſen, wo nicht als vollkom=
„ men wahr, zum wenigſten als der Wahrheit ſehr nahe, anzu=
„ ſehen; ſo lange, als ſich keine neuen Phönomenen zeigen,
„ wodurch die Sätze mehr beſtimmt, und Ausnahmen unter=
„ worfen werden. „

§. 428.

Auch das Aufſteigen der **Dämpfe** (§. 405.) hat zum Theil die Kräfte, zum Theil aber auch ihre eigene Ausdehnung und ſonderbar jene der Luft durch die Wärme zum Grunde. Durch die Kräfte hangen ſie mit der Luft zuſammen, und wegen der Ausdehnung machen ſie mit dieſer eine ſpecifiſch leichtere Zuſammenſetzung, die nach den hydroſtatiſchen Geſetzen in die Höhe gedruckt wird.

* Ein großer Theil der Dämpfe löſt ſich im Waſſer auf, und ſteigt mit ihm in die Luft (§. 426. V.).

I. Je mehr der Körper erwärmet oder erhitzet wird, um ſo mehrere Dämpfe müſſen aus ihm in die Höhe ſteigen; denn neben dem, daß die Luft und ſie ſelbſt ausgedehnt werden; ſchwächt die Hitze auch den Zuſammenhang der Körpertheilchen.

II. Die Art der Dämpfe hängt von der Art des dämpfenden Körpers, und ſeiner durch die Wärme getrennten Theilchen ab.

(a) L. III. Princ. math. Phil. nat. IV. phil. regula.

III. Abſchnitt.

Von dem Waſſer.

Von dem Waſſer haben wir bereits die Natur (§§. 237. 239.), die Flüßigkeit (I. Th. §. 57. — 61.), und den Druck nach hydroſtatiſchen Geſetzen (II. Th. §. 200 — 230.) erklärt. Mit dem Waſſermeteoren beſchloßen wir ſo eben den vorhergehenden Abſchnitt. Es bleibt uns alſo hier allein noch übrig, von den Brünnen, und Flüſſen, 2.) von den Seen, und von dem Meere zu reden.

I. Kapitel.

Von den Brünnen, und Flüſſen.

Hier kömmt ſonderbar der Urſprung der Brünne, und Flüſſe, und der Lauf der Flüſſe in Betrachtung.

I. Vom Urſprunge der Brünne.

§. 429.

Beobachtungen. Man hat durch das Barometron gefunden, daß nicht nur Gebirge, ſondern auch ebene Lande eine weit über die Oberflächen des Meeres erhabene Lage haben. Paris liegt 165, Ulm 709, Baſel 948, Tübingen 978, Zürich 1208, München 1740 pariſer Schuhe höher, als die Oberfläche des Meeres. 2.) An

eben

eben dieſen, und an vielen noch höhern Orten trift man eine Menge ſüſſer Waſſerquellen, und die gröſten Flüſſe von ſüſſem Waſſer an, welche ſich nach einem langen, und weiten Lauſe zuletzt in das Meer ergießen.

I. Die ſüßen Brünne, und Flüße liegen alſo in den beſagten Gegenden weit höher, als das Meer.

II. Und wer ihren Urſprung unmittelbar vom Meere herleiten will, dem liegen zwey Stücke zu zeigen ob: Erſtens, wie das Waſſer des Meeres ſeine Bitterkeit und Säure verliere, bis es in die fernen Orte kömmt. Zweytens, wie daſſelbe zu einer Höhe von mehr als 1740 Schuhen gelangen könne.

§. 430.

Descartes unternahm es dieſe Verſüßung, und Erhöhung zu erklären. Nach ſeiner Meinung gehen von dem Meere unterirdiſche Kanäle nach allen Welttheilen aus, durch welche das ſaure Waſſer in große Gruben unter der Erde zuſammen fließt. 2.) Aus dieſen Gruben verdünſtet es wegen unterirdiſcher Hitze, die ſich eben an den Orten verbreitet, und ſteigt, ohne einiges Salz, oder Säure mit ſich zu nehmen, durch verſchiedene Wege zu jeder Höhe empor. 3.) Kommen dieſe Dünſte an ein unterirdiſches Gewölbe, werden ſie der größern Kälte wegen an die obern Wände dieſes Gewölbes angelaſſen, 4.) woran ſie ſich ſammeln, abfließen, und nun in größerer Menge als ſüßes Waſſer durch neue eben dort vorhandene Seitenkanäle nach allen Richtungen fortgeführt werden. 5.) An dem Orte, wo dieſes Waſſer einen Aus-

gang findet, da quillt es hervor, und da entſteht eine Quelle, oder ein fließender Brunn (Fons). 6.) Wird es bloß an einem Orte verſammelt, ohne daß es ferner ausfließt, ſo entſteht ein Sodbrunn (Puteus).

§. 431.

Man kann dieſer Erklärung die Feinheit und den Witz nicht abſprechen, und es iſt nur ſchade, daß ſie nicht auch ſo viel Wahrſcheinlichkeit hat. Bey allen dem bleibt ſie immer nur eine unzulängliche Hypotheſe. Die unterirdiſchen Kanäle, die Gruben und Aushöhlungen, die Gewölbe, und wieder die neuen Kanäle, beſonders aber die unterirdiſche Hitze, und Feuer, alles das iſt bloß willkührlich angenommen, ohne daß man davon Spuren in der Natur antrifft; zum wenigſten ſind dieſe Spuren nicht allgemein. Zwar findet man unterirdiſche Gewäſſer; allein dieſe ſind allemal ſüß, und fließen ſelbſt in das Meer. Man muß alſo einen ganz andern Urſprung für die vielen Gewäſſer ſuchen, welche aus den Brünnen allerorten hervorquellen, und ſich in Ströme verſammeln.

* Kircher will zwar behaupten, daß man viele unterirdiſche Höhlen, und ſaure Gewäſſer gefunden habe; allein neben dem, daß dieſe Gruben alleine noch lange nicht die hinlängliche Urſache der Brünne ſind, muß auch ihr Daſeyn billig verdächtig werden, da ſich für daſſelbe meiſtens nur Muthmaſſungen aufbringen laſſen, und nur ein oder

an-

anderes Beyſpiel mit genugſammen Zeugnißen beſtärkt wird (*a*).

§. 432.

Plato, Seneka, Plinius, Varin, Bernoull, und andere leiten die Brünne ebenfalls unmittelbar vom Meere her. Die Reinigung des Meerwaſſers von Säure und bitterem Weſen geſchieht bey ihnen im Durchgange durch Sand und Erde auf eine Art von Filtrierung. 2.) Eben dadurch aber glauben ſie, daß es ſpecifiſch leichter, und von dem ſauern Waſſer, mit dem es communicirt, durch Kanäle in die Höhe gedrückt werde. 3.) Die Quellen und Sodbrünne erklären ſie, wie Descartes.

§. 433.

Auch dieſe Meinung erklärt den Urſprung der Brünne nicht hinlänglich. Durch Filtration verliert das Meerwaſſer ſeine Säure nicht; davon überzeugen uns die valisneriſchen und nolletiſchen Verſuche. Das Waſſer wurde durch allerhand Körper, durch Erde, Sand, Schwamme ꝛc. filtrirt, gleichwol verlohr es ſeine Bitterkeit und Säure nicht. 2.) Geſetzt aber auch, es wäre die Verſüßung möglich, welch eine Menge Salzes müßte in dem Sande zurückbleiben? warum wird dieſes von dem ſüßen Waſſer nicht wieder aufgelöſt? 3.) Ferner verhält ſich die ſpecifiſche Schwere des ſüßen zu jener des Meerwaſſers = 100 : 103. Das verſüßte Waſſer könnte alſo nur um $\frac{1}{100}$ Theil höher

(*a*) Mundus ſubterraneus. L. XI. c. 10. l. V. c. 2.

her ſtehen, als das ſaure. Und ſchon die Brünne, welche auch ſehr wenig höher, als das Meer ſind, müßten mit dieſem in einer unglaublichen Tiefe communicieren; um wie viel größer wäre dieſe Tiefe bey Brünnen die über 2000' höher als das Meer entſpringen.

§. 434.

Beobachtungen. Ueber die Menge des Regen- und Schneewaſſers. Mariotte hat nach vielen, und langen Beobachtungen, die er zu Paris machte, durch genaue Berechnungen gefunden: daß es in einer Strecke Landes, die in der Breite 50 und in der Länge 60 Meilen beträgt, das Jahr hindurch mehr denn 714150000000 Cubikſchuhe Waſſer herunter geregnet und geſchnien habe, ob er gleich die mittlere Höhe, welche er = 20'' fand, nur = 15'' in der Berechnung annahm. Die Menge dieſes Waſſers iſt zu Piſa, Livorno, in der Provinz Lancaſter, zu London, Utrecht, Berlin, Ulm ꝛc. noch weit größer. Hier zu Ingolſtadt haben wir neuerdings die mittlere Höhe des in 5 Jahren geregneten Waſſers = 19'' befunden. 2.) Eben Mariotte fand auch durch Berechnung, daß das Waſſer der Seine, welches in einem Jahre hindurch unter der Brücke zu Paris durchläuft, nur den achten Theil desjenigen ausmachte, was es in eben dem Jahre geregnet hatte.

I. Wenn ich auch ſetze, daß von dem gefallenen Schnee- und Regenwaſſer $\frac{2}{6}$ Theile zum Wachsthume der Pflanzen, und zur Nahrung der Thiere verwendet werden, und wenn wir noch mehreres, etwa $\frac{2}{6}$ auf die Ausdünſtung rechnen, das doch unglaub-

glaublich iſt, ſo kann doch aus dem übrigen Schnee- und Regenwaſſer einer der größten Flüße, die Seine, entſpringen.

II. Da die Menge des Regenwaſſers faſt aller Orten größer iſt, als ſie Mariotte in ſeiner Berechnung annahm; und der Regen insgemein auf eine größere Strecke Landes trifft: ſo ſcheint es ganz richtig zu folgen, daß das Waſſer, welches durch Regen, Schnee, Thau ꝛc. auf die Erde herabfällt, hinlänglich ſey, die Flüſſe und Brünne mit Waſſer zu verſehen; wenn ſich anderſt auch die ſonderbare Fälle, und Ausnahmen hiedurch genugſam erklären laſſen.

* Weitläuftiger trift man dieſe Berechnungen in der Partikularphyſik unſers H. Prof. Stattlers an; ſo, wie auch die ganze gegenwärtige Materie ſehr genau und vollſtändig darinnen abgehandelt iſt (a).

§. 435.

Fernere Beobachtungen. Die Flüſſe ſowohl, als die Brünne erarmen, und einige trocknen ſogar ein, wenn lange trockenes Wetter anhält. 2.) Wo ſeltnere Regen fallen, da hat man auch wenigere Brünne und Flüſſe. 3.) Die Brünne quellen insgemein an tiefen Orten, und an den Füßen der Berge hervor. 4.) Um Quellen zu erwecken, oder ausfindig zu machen, bedient man ſich des Erdbohrers; vom Anfange ſtoßt man auf eine ganz naſſe Erde (die an verſchiedenen Orten verſchiedene Tiefe hat) und ſodann auf Thonerde: wiedrigen falls hat man ſich wenig Nutzen von ſeiner Arbeit zu

(a) Phyſ. part. Sect. II. c. II.

zu verſprechen. 5.) Auf den Spitzen der Berge entdeckt man ſehr ſelten einen Brunn, außer wo höhere Berge in der Nähe ſind. 6.) Wenn man mit dem Erdbohrer in die Berge dringt: ſo kömmt man auf allerhand Oeffnungen und Ritzen in dem Felſen; auf Sand, und andere Erdarten, die das Waſſer gleich einem Seicher durchlaſſen. 7.) Die größten, und merkwürdigſten Flüſſe Europens, d. i., die Donau, der Rhein, und die Moſel in Deutſchland; die Rhone und Maas in Frankreich; der Po, Menzo, und Etſch in Welſchland und Slavonien entſpringen aus den Gebirgen, die ſich in einer beſtändigen Kette beynahe durch ganz Europa erſtrecken.

§. 436.

Es iſt zum wenigſten ſehr wahrſcheinlich daß die Brünne, und Flüſſe überhaupt von dem Waſſer entſpringen, welches durch Regen, Schnee, Thau ꝛc. aus der Atmosphäre herab fällt. Bey einigen Brünnen läßt ſich davon nicht zweifeln (ſ. vorg. 1. 2.). Die Lage der übrigen, und die innere Beſchaffenheit der Erde (n. — 6.) zeigen, daß das Waſſer durch die Oberfläche in das innere der Erde dringe; daß aber eben dieſes Waſſer zur Entſtehung der Brünne auch hinreichend ſey, das erhellt aus dem §. 434. I. II. Ueberdas laſſen ſich dadurch alle Erfahrungen, die man über dieſe Sache eingeholt hat, hinlänglich erklären, wie ich ſogleich zeigen werde: indes man von Descartes und Bernoulls Hypotheſen weder einen richtigen Grund aufbringen, noch eine deutliche Entwickelung aller Erfahrungen erwarten kann.

kann. Dieſes alles aber macht unſre Meinung vom Entſte- hen der Brunne zum wenigſten ſehr wahrſcheinlich.

I. Ein Sodbrunn muß alſo durch das Ausgraben dort entſtehn, wo das Regen- und Schneewaſſer zuſammen ſitzt, in die Thonerde nicht tiefer ſinken kann, und auch keinen wirkli- chen Ausfluß hat, weil es keine Oeffnung findet, oder weil der Ort nicht abhängig genug iſt. Daß das Waſſer durch Ausgra- ben einer Tiefe zuſammen ſitze, das begreift man leicht; man verſchaft ihm hiedurch einen Ort, wohin es frey fließen kann; denn vorher ſtand ihm die Erde, und anderes dort ſchon be- findliches Waſſer entgegen.

II. Findet das Waſſer, das ſich oftmals in natürlichen Sodbrünnen ſammelt, einen Abgang, oder etwa an dem Fuße eines Berges, auf dem der Sodbrunn iſt, eine Oeffnung, ſo entſteht eben dort eine **fließende Quelle**. Dieſe iſt **beſtändig**, oder nur **zeitlich**, je nachdem ſie uns auch bey trockenem Wetter Waſſer verſchaffet, oder verſieget. Die **Geſchwindigkeit**, mit der das Waſſer aus der Quelle hervorbricht, muß nach den ſchon oben (§. 219.—223.) angegebnen Geſetzen beſtimmt werden.

III. Lauft alſo eine Quelle, bevor ſie ausbricht, durch unterirdiſche Kanäle fort, in denen ſie verſchiedene Salze, und durch die Salze Metalle, und andere Mineralien auflöſet, und ſich mit vielerley Dünſten verbindet: ſo muß das Waſſer allerhand Eigenſchaften annehmen, von denen man hernach die verſchiedenen **Geſundheitsbrünne** benennet, und von denen dieſe ihre **Kräfte** erhalten.

* Die-

* Dieſe Geſundheitswäſſer tretten an vielen Orten ſchon ſehr warm, und ſogar an einigen ſiedend aus der Erde hervor. Die Phyſiker und Chemiker ſchrieben dieſe Wärme insgemein warmen Auflöſungen, und Gährungen zu; wenn das Waſſer, ſagen ſie, durch bituminöſe, oder martialiſche Erden, und Minern fließet: ſo nimmt es die Schwefelſäure in ſich, und wirkt hiemit auf das Eiſen, wodurch denn eine Gährung entſteht, welche nothwendig mit Hitze begleitet iſt, und die auch das Waſſer in verſchiedene Grade der Wärme verſetzet. Doch dieſe Meinung wird von Weſſel-Linden, Bergern, Hofmann, und Seitz mit den ſtärkſten Gründen beſtritten, welche behaupten, daß die Wärme von dem Kieſe entſtehe, welcher in den unterirdiſchen Kanälen dicht aufeinander liegt, und auch in andern Minern mit Kupfer- und Bleyerzen, mit Alaune, fetten Bituminöſen, und thonichten Erden, mit Schiefer, Kalche und Feuerſteinen vermiſcht angetroffen wird. Dieſe Kieſe werden von der feuchten Luft unter der Erde aufgelößt: dieſe Auflöſung gebiehrt Wärme: die Wärme wird von den ausdünſtenden Waſſertheilen noch mehr getrieben: und ſo entzündet ſich oft ſogar eine Flamme. Daß der Kies ſich auch in der freyen Luft entzünde, wenn dieſe ſehr feucht iſt, das lehrt uns die Erfahrung; daß er ſich aber eben an den Orten befinde, wo die warmen Wäſſer hervorquellen, dafür haben wir die Zeugniſſe von den anſehnlichſten Männern. Wie das hervorquellende Waſſer durch die Erhitzung des Kieſes ſelbſt auch erhitzet werde, das iſt eben nicht ſchwer zu begreifen. Die Hitze des Waſſers muß um ſo größer ſeyn, wie länger der Kanal

kieſig iſt, oder wie kürzer der Weg iſt, den das Waſſer nach der wirklichen Erhitzung noch zumachen hat. Dieſe Erklärung könnten uns freylich die jenigen Bäder zweifelhaftig machen, in welchen man nach allen Unterſuchungen keine Eiſentheile, die doch allemal mit dem Kieſe verbunden ſind, antreffen konnte; dergleichen ſind das Schlangenbad, das Pfefferbad in der Schweitz, das Wisbad ꝛc. Der Verfaſſer der Beſchreibung des Marggr. Badenſchen Bades iſt der Meinung, daß man die Wärme bey dieſen Geſundheitsbrunnen einer fetten Gyps- und Thonerde zuſchreiben müſſe, über welche das Waſſer läuft, und welche, wenn ſie dicht aufeinander liegt, leicht in eine Gährung geräth. Ich denke, daß man dieſe Urſache bey dieſer Gattung Wäſſer wohl beybehalten müße; wenn anders die Unterſuchungen genau gemacht worden, und nicht etwa doch Eiſentheile auch in dieſen Wäſſern vorhanden ſind. Man leſe über die Geſundheitswäſſer die Abhandlung des H. Joh. Frid. Zückerts, wo alles kurz, gründlich, und vollſtändig abgehandelt iſt. (a).

IV. Iſt eine Quelle reich genug; vereinigen ſich mit ihr nach und nach immer mehrere Quellen; ſo entſteht zu letzt ein Bach, ein Fluß, ein Strom ꝛc. Bäche entſtehen oft nur von zeitlichen Quellen.

V. Regen und Schnee ſind Dünſte: die Dünſte ſteigen am häufigſten aus dem Meere auf; und werden von den Winden

(a) Syſtematiſche Beſchreibung aller Geſundheitsbrunnen und Bäder Deutſchlands, Berlin und Leipzig 1768.

den in unſre Gegenden getragen; man kann alſo in dieſem Verſtande ſagen, daß die Brünne auch von dem Meerwaſſer entſtehen.

VI. Und wenn ſich das Meer an einigen Orten unter die Berge ergöße, und dort große gewölbeförmige Aushöhlungen fände, in die es aufdünſten, ſich an die Wände anſetzen, und durch Seitenöffnungen abfließen könnte: ſo wäre auch wohl am Fuße ſo eines hohlen Berges eine Quelle möglich.

VII. Ueber die Spitzen der Berge läuft das Regenwaſſer ſchnell ab, und da entſtehn alſo keine Brünne; doch wenn ſich in der Nähe eines Berges ein höherer Berg befindet, der mit dem erſtern durch unterirdiſche Kanäle communicirt, und in deſſen Aushöhlungen ſich Waſſer auf die eben vorher (V) angezeigte Weiſe ſammelt, ſo kann auch wohl auf dem Berge ein Waſſer hervorquellen.

VIII. Dieß Waſſer bricht oft mit der gröſten Gewalt aus, wenn die natürliche Brunnſtube deſſelben ſehr viel höher liegt, als die Quelle.

IX. Giebt es in einigen Orten periodiſche ſtarke Regengüſſe, oder ſchmilzt der Schnee nur zu gewiſſen Zeiten, und mit einem Male von den Gebirgen: ſo entſpringen nothwendig hie und da periodiſche Quellen. In ganze See verſammelt ſich das viele Waſſer, ob es ſchon nach einer kurzen Zeit wieder verkömmt. So einen See trift man in Krain unweit Labach an.

* H. de la Hire vergrub ein bleyernes Gefäß 8 Schuh tief unter die Erde, und konnte ganzer 15 Jahre hindurch

keine

keine Spur von einem Regenwaſſer, das dahin gedrungen wäre, entdecken. Das wäre alſo gerade zu wider unſere Beobachtungen und Muthmaſſungen (§. 335. 4. §. 335. n.); allein wir geben es gerne zu, daß das Regenwaſſer nicht aller Orten in die Erde dringe, ſonſt würde man wohl an jedem Orte einen Brunn graben können; daß es aber doch vielfältig geſchehe, das läßt ſich gar nicht zweifeln, oder warum nimmt das Waſſer in den tiefſten Brünnen, auch in denen, welche ſehr hoch liegen, nach einem ſtarken Regen häufig zu, warum fließen die Sodbrünne über ꝛc. (a)? 2.) Man will es uns ferner zwar zugeben, daß das Regen- und Schneewaſſer die Nahrung einiger Brünne ſey; jedoch von den Quellen, und Flüſſen, welche auch bey dem trockenſten Wetter nicht verſiegen, ſey das ganz und gar unbegreiflich. Allein man nehme an, daß die Waſſerbehältniſſe im Vergleiche mit der Oeffnung, wo das Waſſer ausfließt, ſehr groß ſind, und daß dieſe Behältniſſe nicht nur vom Regen, ſondern auch von geſchmolzenem Schnee der Alpen, der bey trockenem Wetter allemal häufiger geht, gefüllet werden; man ſtelle ſich überdas die Menge des Waſſers vor, das von den Geſtaden auf dem ganzen Wege des Fluſſes immerdar und alsdann häufiger zufließt, wann der Gegendruck des niedern Waſſers im Rinnſaale gemindert iſt: ſo, denke ich, wird man wohl nimmer ſoviel unbegreifliches in der Sache finden. Es iſt auch ſehr wahrſcheinlich: daß mehrere Waſſerbehältniſſe in verſchiedenen Höchen mit der nämlichen Quelle communi-

ni-

(a) Erndtelius in Warſavia illuſtrata pag. 121. le Monnier Obſervat. d' Hiſtoire naturelle pag. 194.

nicieren; ſind nun die obern entſchöpfet, theilen die untern ihr Waſſer mit. Die Waſſerbehältniſſe ſelbſt werden nicht in gleicher Zeit gefüllt, denn biß das Waſſer in die Tiefern zuſammen ſinkt, wird immer mehr Zeit erfordert. 3.) Woher ſollen aber die großen Flüße unter der Erde kommen? — wie entſtehn die vielen und großen Flüße in Amerika? — Die Flüße auf den Inſeln? — Alles das hat keine neue Beſchwerniß. Auch unter der Erde kann es Ausdünſtungen geben, das Waſſer kann ſich unter der Erde in Flüſſe ſammeln, wenn es auf der Oberfläche keinen Austritt findet. Es können ſich ganze Bäche von oben in eine unterirdiſche Höhle ſtürzen; die Süßigkeit dieſer unterirdiſchen Gewäſſer widerlegt ihren Urſprung vom Meere. Auf den Inſeln, mitten im Meere ſind die Ausdünſtungen, und die Regen häufiger, als immer anderſtwo, und dieß gilt auch von Amerika. Dieſes hat noch über das viele hohe und weite Gebirge. Endlich bemerke ich, daß auch in den Bergen Waſſer ausdünſten, und die Dünſte, in den Höhlen, Bäche und Flüße zeigen können (S. geg. VI.); nur die Allgemeinheit dieſer Hypotheſe, die Filtration, und die unterirdiſchen Feuer haben keine Wahrſcheinlichkeit.

** Die Zeichen, ob man an einem Orte mit Nutzen um einen Sodbrunnen graben kann, ſind 1.) gewiſſe Pflanzen, die gemeiniglich nur an naſſen Orten wachſen. 2.) Das Grünen einiger Pflanzen an einem Orte, da die übrigen ringsherum verdorren. 3.) Häufigere Dünſte, und Nebel, welche aus einem Orte aufſteigen.

4.)

4.) Das anſcheinende Zittern der Luft beym Auf- oder Niedergange der Sonne. 5.) Dazu kömmt noch das Libellieren, wodurch man den niederſten Ort findet, an dem ſich insgemein Quellen entdecken laſſen. So hat H. Couplet der kleinen franzöſiſchen Stadt Coulanges la vienuſe in Burgund das lange geſuchte Waſſer verſchaffet (a).

*** Die natürlichen Waſſerbehältniſſe ahmt man durch Kunſt nach. Man bereitet eine Brunnſtube durch waſſerhaltige Körper z. B. durch Thonerde zu, und leitet eine oder mehrere Quellen dahin. Aus der Brunnſtube aber bringt man es auf verſchiedene Weiſen in jeden andern Ort. Dabey hat man aber folgende Stücke zu bemerken. 1.) Iſt durch den ganzen Weg, welchen das Waſſer machen ſoll, einſtettiger Abhang: ſo wird es für ſich ſelbſt in einer natürlichen, oder künſtlichen Rinne fortfließen; wenn es nur nicht auf einer Erde fließt, welche das Waſſer häufig durchläßt, oder gar Löcher hat. 2.) Soll aber das Waſſer auf dem Wege eine Höhe überſteigen; ſo muß man ſtettige Röhren gebrauchen, und a) genau durch Libelliren, beſtimmen, ob der Ort, nach dem ich das Waſſer leiten will, nicht höher als die Brunnſtube liegt; denn in dieſem Falle würde ohne fernere Maſchinen die ganze Waſſerleitung unmöglich ſeyn. b.) Wäre aber eben nicht der für das Waſſer beſtimmte Ort, ſondern nur ein auf dem Wege liegender Berg höher, als die Brunnſtube, ſo mußte man entweder die Anhöhe durchgraben, oder die Röhren um dieſelbe herumführen. c.) Auch ein dazwiſchen liegendes Thall kann dieſe Waſſerleitungen, wo nicht unmög-

(a) Acad. des Sciences. 1722. in dem Leben des H. Couplet.

möglich, zum wenigſten ſehr beſchwerlich machen, wenn es ſehr tief wäre, und der zu ſehr vermehrte Druck des Waſſers die Röhren zerriß. Man müßte die Röhren in dieſem Falle entweder ſtärker machen, oder ſie durch Pfeiler unterſtützen, daß ſie höher zu liegen kämen. Die Urſachen von allen dieſem hab ich ſchon oben (§. 204 II. Th.) angegeben. 3.) Die Oeffnung der Röhre muß ſo beſchaffen ſeyn, daß bey derſelben nicht mehr Waſſer ausfließen könne, als in der Waſſerſtube zufließt.

II. Von dem Laufe der Flüſſe.

§. 437.

Wenn das Waſſer, welches aus der Erde hervorquillt, einen Abhang findet, ſo muß es nothwendig dorthin laufen, wohin es der Abhang führet; die Geſchwindigkeit aber, mit der es fortrinnt, wird durch die Höhe des nicht wiederſtehenden Abhanges, und des drückenden Waſſers beſtimmt. Das Waſſer iſt ſchwer, und hat einen ſehr geringen Zuſammenhang; es muß alſo über eine geneigte Fläche mit einer Geſchwindigkeit hinlaufen, die ſich zur ſenkrechten Geſchwindigkeit verhält, wie die Höhe des Abhanges zu ſeiner Länge (§. 147). Die Waſſertheilchen ſelbſt drücken aufeinander in Verhältniſſe ihrer Höhe (§. 201); mithin müßen die untern Waſſertheilchen eben dort einen kleinern Widerſtand finden, wo es abhängig iſt, und ſich theils wegen der eigenen Schwere, theils wegen dem Drucke der obern Theilchen geſchwinder bewegen. Es ſey (XLI. Fig.) AB die Horizontallinie, mn die Oberfläche des Waſſers; von m bis n aber habe der Rinnſal einen Abhang. Da nun von m

bis

bis n das obere Waſſer immer auf das untere drückt, und bey B ein Abſall iſt; muß das auf dem Boden fließende Waſſer für ſich ſelbſt, wenn die am Boden ſich entgegen ſträubenden Hinterniſſe den Lauf nicht hemmen würden, mehr gegen B hinüber, als entgegen gedrückt, und die Geſchwindigkeit nicht nur von der Schwere, ſondern auch durch dieſen Druck vermehrt werden.

I. Wenn alſo in dem Rinnſale kein Widerſtand wäre: ſo müßte bey jedem Abſalle das unterſte Waſſer die gröſte Geſchwindigkeit haben.

II. Sehen wir aber auf den Widerſtand des Rinnſales: ſo muß ſowohl das Waſſer auf dem Boden, als an den Seitenwänden in ſeinem Laufe gehemmt werden; denn die hervorragenden Theile wirken dem Waſſer entgegen, und ſelbſt das Reiben an den ebenen Wänden muß die Geſchwindigkeit aufhalten; da nun auch in den Waſſertheilchen ein Zuſammenhang herrſchet: ſo werden durch dieſen die zurückgehaltenen unterſten Theile auf die obern wirken, und machen, daß die gröſte Geſchwindigkeit dort ſey, wo ſich die Wirkung dieſes Widerſtandes endet. Dieſes aber wird nach Beſchaffenheit der Tiefe des Flußes bald auf der Oberfläche, bald unter dieſer, bald in verſchiedener Tiefe geſchehen.

III. Dieſes alles geht in einem um ſo größern und merklichern Grade vor, wie größer die Ungleichheit des Bodens, und der Geſtade, oder der hervorſtehenden Theile iſt.

IV. Verliert ſich der Abhang, und iſt eine ziemliche Strecke des Rinnſales eben: ſo kann das Waſſer 1.) nicht nur keine neue Geſchwindigkeit erhalten, ſondern 2.) es muß auch einen Theil der vorigen verlieren. 3.) Die gröſte Geſchwindigkeit wird immer mehr und mehr zur Oberfläche des Waſſers kommen, und zuletzt auf ihr ſelbſt entſtehen, wenn anders die Ebene ſo lange anhält. 3.) Eine neue Geſchwindigkeit iſt unmöglich, weil auf der Ebene ſowohl die Wirkung der Schwere, als der Druck der nachfolgenden Waſſertheilchen aufhört. 2.) Unterdeſſen bleibt noch immer der Widerſtand von dem Bette des Flußes, und von den Geſtaden. Es muß alſo ſogar die vorige Geſchwindigkeit gehemmt werden. 1.) Und gleichwie der Widerſtand auf das unterſte Waſſer anfangs am ſtärkſten iſt: ſo muß auch die Geſchwindigkeit von unten gegen die Oberfläche des Waſſers abnehmen, das iſt, die reſpectiv gröſte Geſchwindigkeit kömmt immer näher zur Oberfläche.

* Mit dieſen Geſetzen treffen die Verſuche des H. Pitot vollkommen ein (*a*). Er befeſtigte an einem Stäbchen zwey gläſerne Rohre AB und CDE (Fig. XLII.), und verſenkte ſie in ruhendes, oder auch in fließendes Waſſer, doch ſo, daß der Theil DE dem Laufe des Flußes nicht entgegenſtand, ſondern mit ihm die nämliche Richtung hätte. In dieſem Falle ſtand das Waſſer in beyden Rohren nicht höher, als die Oberfläche des Flußes. Als er aber den Theil DE gegen der Richtung des Flußes kehrte: ſo ſtand das Waſſer im Rohre CDE weit über der Oberfläche

(*a*) Mémories de l'Acad. des ſciences a Paris 1730.

fläche des Flußes: und zwar um ſo höher, je ſchneller der Fluß fortſtrömte. Im Rohre AB hingegen blieb das Waſſer allemal der Oberfläche des Flußes in der Höhe gleich. Es iſt kein Zweifel, daß man die Höhe des Waſſers über die Oberfläche des Flußes im Rohre CDE der Geſchwindigkeit des Flußes zuſchreiben muß; der Druck des Waſſers, der von der Schwere kömmt, iſt in dem Rohre, wie außer derſelben; das beweißt man durch das Rohr AB, in dem die Höhe des Waſſers der Oberfläche des Flußes gleich iſt. Die größere Höhe im Rohre CDE muß alſo einen andern Grund, als dieſen Druck, das iſt, die Geſchwindigkeit des Waſſers haben. Aus dem Grundſatze der gleichen Wirkung und Gegenwirkung, und dem §. 223. angegebenen hydrauliſchen Geſetze erweißt man nun ferner, daß ſich die Geſchwindigkeit des Waſſers, wie die Quadratwurzel von der Höhe des Waſſers im Rohre CDE über die Oberfläche des Flußes, verhalte. Der berühmte P. Lecchi ziehet in ſeinem welſchen hydroſtatiſchen Werke (a) einen Quadraten mit einer Kugel vor (XLIII), an dem das Abweichen der Kugel von der ſenkrechten Stellung die Geſchwindigkeit des Waſſers mißt. Warum an der Sicherheit dieſer Meßart billig zu zweifeln ſey, zeiget Prof. Helfenzrieder in einer Abhandlung vom Waſſerbau (b).

§. 438.

Alles, was den Rinnſal eines Flußes einſchränken kann, das zieht die Erhöhung

(a) Herausgegeben zu Mayland 1765. wo auch ein Brief von H. Rog. Boſcovich eingerückt iſt.

(b) Abhandl. der Churf. baieriſchen Akad. IX. Band S. 437. §§. 14. — 17.

des Waſſers ſowohl bey dieſer Einſchränkung, als ſchon vor derſelben nach ſich. Denn man hemmt durch Einſchränkungen den Lauf des Waſſers, und drängt die nämliche Maſſe in einen ſchmälern Raum zuſammen; was alſo nicht in die Breite ausfließen kann, das begiebt ſich in die Höhe; denn das Waſſer läßt ſich nicht zuſammendrücken. Aber eben dieſe Erhöhung verurſacht einen Widerſtand gegen das nachfließende Waſſer, und darum wird auch dieſes aufſchwellen.

I. Das eingeſchränkte Waſſer wird ſich alſo jetzt leichter über die Ufer ergießen; und würde in denſelben abgelaufen ſeyn, ſo die Einſchränkung weggeblieben wäre.

II. Es wird daher durch Einbauen in den Rinnſal das Waſſer oft zur Ueberſchreitung der Ufer genöthiget, und eine große Urſache der Ueberſchwemmungen gehoben, wenn der eingeſchränkte Rinnſal erweitert wird.

III. Zwiſchen den Einſchränkungen muß das Waſſer nothwendig geſchwinder fortſtrömen; denn die Erhöhung des Waſſers zieht zugleich einen Abfall nach ſich.

IV. Fordert es die äußerſte Noth, daß man in den Fluß hineinbaue, ſo kann man dem Schaden, den man von der Erhöhung des Waſſers zu befürchten hat, einiger maſſen bevorkommen, wenn man auf der andern Seite den Rinnſal mit Raumen erweitert. Hiedurch verſchaft man dem Waſſer den Raum, den man ihm auf der andern Seite verbaut, und macht die Erhöhung unmöglich. Auch ſchont man durch eben

dieſes

dieſes Raumen dem neuen Baue, auf den das Waſſer nun mit weniger Gewalt wirket.

* Das Ausräumen durch Menſchenhände, das iſt ſehr koſtbar. Die Arbeit der Thiere iſt wohlfeiler; aber am wohlfeilſten iſt doch die Gewalt des Waſſers ſelbſt, wenn man ihr durch Maſchinen zu Hilfe kömmt. Die Beſchreibung ſolcher Maſchinen für Thiere ſowohl, als für das Waſſer ſelbſt findet man in H. **Leupolds** Schauplatz der Waſſerkunſt, und eine andere Raummaſchine erfand H. Prof. Helfenzrieder (*a*); und dieſe iſt in verſchiedenen Umſtänden ſehr brauchbar. Der Verdienſtvolle H. Leupold lehrt auch die Weiſe, wie man felſichte Ufer, und Bette der Flüße zerſprengen, und abgeſprengte Felſenſtücke aus dem Waſſer erheben möge, auch, wie der Schlamm herausgezogen, und in ein Schiff eingeladen werde (*b*).

§. 439.

Die Vertiefung des Bodens im Rinnſale iſt eines der kräftigſten Mitteln, dem Fluße jede Richtung zugeben; denn das Waſſer muß nach eben der Richtung, nach der man den Boden vertieft, mit größerer Geſchwindigkeit hinfließen, und wegen dem Zuſammenhange auch das nachfolgende Waſſer mächtiger fortreißen. Dieſer Geſchwindigkeit wegen aber greift das Waſſer den Boden ſtärker an, und erweitert ihn nach eben der Richtung, nach der es fließt, immer mehr und mehr.

(*a*) Am obigen Orte §. 79.
(*b*) §. 165. §. 170. in dem angezog. Schaupl.

mehr. Die Raummaſchinen haben alſo auch dazu einen Gebrauch, daß man dem Fluße eine beſtimmte Richtung geben kann.

§. 440.

Die Gebäude, welche in den Fluß hineingeführt werden, die Geſtade, Beſchlächte ꝛc. **ſollen allemal ſchief in den Fluß hineingehen,** weil dieſe ſchiefen Ebenen mehr Dauerhaftigkeit, als die ſteilen haben; denn dieſe werden weit heftiger von dem Waſſer angegriffen, ſonderbar in der Tiefe, wo das Ufer mit dem Boden einen rechten Winkel macht; denn hier leidet das Waſſer einen doppelten Widerſtand: z. B. in b (Fig. XLIV.) widerſteht ihm das Ufer ab, und der Boden bc. Steht dem Strome ein ſenkrechtes Gebäude entgegen, ſo wirkt das Waſſer mit ſeiner ganzen Geſchwindigkeit, und Maſſe auf daſſelbe; da im Gegentheile bey ſchiefen Ebenen die nämliche Maſſe Waſſer auf eine größere Oberfläche ſeine Gewalt und ſeinen Druck ſchief vertheilt; wodurch die Wirkung ſchwächer wird, ſollte ſo ein Gebäude dem Strome auch gerade entgegen ſtehen. Endlich kann bey anwachſender Höhe des Waſſers ſeine Kraft niemal ſo groß werden, als zwiſchen den ſteilen Ufern; denn in jenen AbcD, nicht aber in dieſen zwiſchen abcd findet das Waſſer immer einen größern Rinnſal.

* Wie man ferner die Geſtade 1.) durch zeitliche Eindämmungen, 2.) durch Abänderungen der ſteilen Ufer in ſchiefe, 3.) durch Ueberkleidungen, 4.) durch Strihzäune und Stromkörbe wider die Gewalt des Waſſers beſchützet, das findet man in den ſchon angezogenen Werken

ken Leupolds und Helfenzrieders, und in Bellidors Architectura hydraul. (a)

Das Nützlichſte aus dieſen Werken werde ich in den Vorleſungen erklären.

II. Kapitel.

Von dem Meere, und den Seen.

§. 441.

Die niederſten Theile auf der Erdkugel, ein weiter, ununterbrochener mit Waſſer erfüllter Raum, und der Sammelplatz beynahe aller Gewäſſer der Erde, das iſt, was man das **Meer** nennet. **Der See** iſt von dem Meere in der Größe unterſchieden; denn er iſt unvergleichlich kleiner als das Meer, und wird überdas ringsherum von feſtem Lande eingeſchloſſen; doch muß er auch nicht durch unterirdiſche Kanäle mit dem Meere communiciren. Das Meerwaſſer iſt durchaus ſauer und bitter; die See theilen ſich in **ſüße**, und in **ſaure**. Ein **Weyher** iſt ein kleinerer See, den man aber willkührlich ablaſſen, und vom Waſſer leeren kann. Eine **Pfütze** iſt ein Waſſer, das ſich in eine Tiefe nach einem Regen, oder Ueberſchwemmung zuſammenſetzt, und weder einen Zufluß, noch Ablauf hat.

§. 442.

Meere, und See, ja wohl auch sehr viele Weyher haben, wenn wir auf ihre mehr entfern-

(a) II. Th. 4. Buch.

fernten Urſachen zurückgehen, den nämlichen Urſprung; das Waſſer fließt und verſammelt ſich in die niederſten Orte: die Flüße ergießen ſich in das Meer und in die See: die Weyher werden von kleinen Quellen, und vom Regen gefüllet; und dieſe erſetzen zugleich auch das wieder, was durch Ausdünſtungen, oder durch einen Ausfluß an einigen Orten hinweggehet.

I. Alle dieſe Waſſerverſammlungen müſſen tiefer liegen, als die Quellen, aus denen ſie ihr Waſſer erhalten.

II. Darum muß auch das Meer der tiefſte Ort der Erde ſeyn, weil ſich dahin alle Flüße verſammeln.

§. 443.

Die Säure des Waſſers im Meere, und in den ſauren Seen, iſt entweders unmittelbar vom Urheber der Natur in dieſe Gewäſſer erſchaffen, oder ſie entſteht erſt durch Auflöſung der Salzſteine und ganzer Salzgebirge im ſüßen Waſſer. Keines läßt ſich mit Gewißheit, und mit Ausſchluße des andern vertheidigen.

I. Im zweyten Falle muß das Waſſer gegen Mittag ſäurer ſeyn, als gegen die zween Erdpole; denn die Wärme befördert die Auflöſung.

II. Das Meer wird immer ſauer bleiben, ungeachtet ſich die ſüßen Flüße beſtändig in daſſelbe ergießen; denn die aufſteigenden Dünſte laſſen das Salz, und die ſauere Theile zurück, und das neuankommende ſüße Waſſer löſt ſie wieder auf.

§. 444.

Es läßt ſich eben ſo wenig mit Gewißheit behaupten, ob die **Bitterkeit des Meerwaſſers** von einer Bergkette, oder von einem Bitterſalze, und den Theilen der verfaulten Thiere, und Pflanzen herkomme; denn beydes iſt möglich. Dem gemeinen Waſſer hat man durch Salz, und Steinkohlöl den ſauern und bittern Geſchmack des Meerwaſſers gegeben. Andere haben durch genaue Unterſuchungen nichts von Bergkette in dem Meerwaſſer entdecken können.

§. 445.

Der Boden des Meeres iſt wie der übrige Erdboden beſchaffen; er hat Ungleichheiten, Berge, Thäler, Klippen, Flächen ꝛc. woraus man ſchließt, daß das Meer an verſchiedenen Orten verſchiedene Tiefe habe. An einigen Orten iſt es unergründlich, das heißt, es läßt ſich kein Körper bis auf den Boden des Meeres an dieſen Orten verſenken.

Die **Lage** des Meeres muß durch die Zeit große Abänderungen leiden. 1.) Die Flüße führen von Zeit zu Zeit immer große Laſten von Schlamme, Sande, Erden, Steinen ꝛc. in das Meer, wovon nicht das geringſte ausdünſten kann, und vielleicht nur ſehr weniges wieder abgeführt wird. 2.) Es entſtehen in dem Meere viele Erdbeben, wodurch oft ganze Inſeln in das Meer begraben werden, und andere aufzuſtehen ſcheinen. 3.) Die verſchiedenen ſchädlichen Thiere, die nicht durch das Waſſer gehen, und ſich doch auf mehrern Inſeln einfinden, laſſen uns kaum zweifeln, daß dergleichen Inſeln, und auch ganze Welttheile entweder mit der übrigen Erde noch zuſammenhangen, oder doch gewiß erſt nach einer allgemeinen Ueberſchwemmung abgetrennt worden ſeyen.

IV. Abſchnitt.

Von der Erde.

Die Erde iſt ein chemiſches Element (§. 240). Die große Verſchiedenheit der Erdarten in der Natur muß man den vielen mit dem Elemente verbundenen fremden Theilen zuſchreiben (eben dort). Welche ſind aber nun dieſe fremden Theile? — Dieſes gedenke ich in dem gegenwärtigen Abſchnitte zu unterſuchen. Ich betrachte alſo hier die Erde nicht, als einen Beſtandtheil aller feſten Körper, ſondern bloß in ſoferne ſie als ein gemeines Element unter dem Name **Erde** vorkömmt, und als ein mürber Körper beſchrieben wird, der ſich nicht nur ſchaben, ſondern auch mit einem Finger leicht zerreiben läßt, und (wenn ſie rein iſt) in dem Waſſer allein nicht aufgelöſt werden kann. Unter dieſem Geſichtspunkte haben wir ſonderbar die **Natur** und **Verſchiedenheit der Erde überhaupt**, und dann a.) ihre **Fruchtbarkeit** zu unterſuchen.

I. Kapitel.

Von der Natur, und Verſchiedenheit der Erde überhaupt.

§. 446.

Verſuche des H. Reaumür (a). Wenn die Erde befeuchtet wird, ſo dehnet ſie ſich aus, und ſchwillt auf;

(a) Mémoires de l'Acad. des Sciençes. 1730.

auf; wird ſie aber wieder trocken, ſo zieht ſie ſich zuſammen. Vom Sande gilt das nicht eben; in ihm bringt weder die Feuchtigkeit, noch die Tröckne neue Aenderungen hervor. Dieſer Unterſchied iſt beſtändig, und bleibt auch alsdenn noch, wenn man den Sand ſowohl, als die Erde auf das feinſte zerreibet. 2.) Die feuchte Erde läßt ſich in eine Art eines zähen Teiges zuſammenkneten, und in allerhand Figuren ohne Nachtheile des Zuſammenhanges zwingen. Der Sand iſt auch zu dieſem ungeſchickt. 3.) Wenn man eine mit Sand vermiſchte Erde, oder einen zerſtoſſenen Stein mit Waſſer begießet, ſie wohl untereinander menget, und alsdann ruhen läßt: ſo fällt ein Theil davon zu Boden, und der andere bleibt mit dem Waſſer vermiſcht. Sondert man das, was noch im Waſſer ſchwebet von dem ab, was auf dem Boden liegt, und unterſucht beydes ferner: ſo zeigt ſich an dem **erſten** alles, was wir zuvor von der Erde; und an dem **zweyten**, was wir von dem Sande geſagt haben. 4.) **Reaumür** machte die nämlichen Verſuche mit Kieſelſteinen aus Marly; doch hier ließ ſich die Erde, die er erhielt, in keinen zähen Teig kneten.

I. Die Erde iſt vom Sande wahrhaft unterſchieden; (alle Verſuche).

II. Der Unterſchied ſcheint in dem zu beſtehen, **daß die Erde, nicht aber auch der Sand, das Waſſer einſauge;** wie könnte ſie ſonſt wohl davon aufſchnöllen, wenn ſie ſich durch ihre anziehende Kräfte das Waſſer nicht gleichſam eigen machte?

III. Die

III. Die eingeſogenen Waſſertheile vermehren die Berührungspunkte, die anziehenden Kräfte werden in größere Thätigkeit verſetzt, und ſo der größere Zuſammenhang bewirket.

IV. Auch **Steine beſtehen aus Erde, und Sand**; in einigen dieſer Steine behält die Erde ihre vorige Natur bey (3), in andern wird ſie in etwas abgeändert (4).

§. 447.

Die Erde verbindet ſich mit allerhand fremden Theilen. Sie wird niemalen rein angetroffen, und die Chemie entdeckt in derſelben, ſo, wie ſie in der Natur vorkömmt, ſchon viele ungleichartige Theile, z. B. Sand, Kalch, Gyps, und Metalltheilchen. Dieſes muß uns leicht begreiflich ſeyn, wenn wir bedenken wollen, daß die meiſten Arten der Steine ſich verwittern, und zerfallen; denn hiedurch müſſen ſie ſich nothwendig mit der Erde verbinden, und, ſo zuſagen, in ihre Subſtanz übergehen; beſonders aber kann man das von dem Kieſe ſagen, der aus Schwefel und metalliſcher Erde beſteht.

I. Die verſchiedenen Arten der Erde alſo, z. B. **Kalcherde, Gyps- Sand- Metallerde** ꝛc. entſtehen, je nachdem die gemeine Erde mit dieſen oder jenen Theilen häufiger verbunden iſt.

II. Die **Farberden** haben ebenfalls die Vermiſchung unterſchiedlicher zerſtörter Metalle zum Grunde.

III. In

III. In der **Thonerde** hat ſich die Erde mit ölich-ten Theilen, und mit Vitriolſäure verbunden; denn das Minium läßt ſich durch die Thonerde reduciren; wie wäre wohl das möglich, wenn ſie nicht brennliches Weſen, oder ölichte Theile mit ſich führte? Die Oele werden aber nur von der Säure aufgelößt, und die Thonerde hat über das noch verſchiedene Farben; folglich darf man den Schluß ſo ziemlich richtig auch auf das Daſeyn einer Vitriolſäure machen. Die **Thonerde** iſt nach dem Verhältniße der vermiſchten Theile, und nach der Art und Vollkommenheit der Vermiſchung bald **Hafnerthon**, **Pfeifferthon**, **Porcellanthon** ꝛc.

IV. Der **Mergel** iſt eine Zuſammenſetzung von Thone, Kalch, und Sande; in dieſe hat man ihn durch Kunſt zerſetzet. Je nachdem einer dieſer dreyen Beſtandtheile vorſchlägt, demnach heißt er jetzt **Thonmergel**, jetzt **Kalch**, oder auch **Sandmergel**. Alle drey machen mit verſchiedenen Erden eine Vermiſchung von mittlerer Feſte oder Lockernheit aus.

* Fernere Erdarten zu beſtimmen, und ſie in gewiſſe Klaſſen zubringen, das iſt das Geſchäft der Naturgeſchichte. Die Natur der Kalch, und Gypsſteine ꝛc. Der Metalle ꝛc. wird in dem nächſten Theile, als an dem mehr eigenthümlichen Orte genauer unterſucht werden.

II. Ka-

II. Kapitel.

Von der Fruchtbarkeit der Erde.

§. 448.

Verſuche über die Beſtandtheile der Pflanzen. Man mag die Gewächſe mit oder ohne Feuer, durch Fäulung, oder Einäſchern, und Auslaugen chemiſch unterſuchen: ſo erhält man allemal 1.) **Waſſer**, 2.) **Oele** von unterſchiedlichen Eigenſchaften, 3.) **ſaure**, und **alkaliſche** Salze, 4.) Erde, und zwar aus den kleinen Gewächſen **Glasartige**, und aus den größern **Kalchartige**; auch aus den Früchten, z. B. aus ihrer mehlichten Subſtanze erhält man glasartige Erde. II. Die nämlichen Theile entdeckt die Chemie auch in dem Safte, der aus einer friſchen, und grünen Pflanze ausgepreßt wird.

Folgeſätze. Zum Wachsthume der Pflanzen werden alle dieſe Beſtandtheile erfordert; denn das Wachſen iſt nichts anders als eine Vermehrung, und Vermiſchung dieſer Theile nach einem gewiſſen Verhältniße. Wie häufiger die Pflanze dieſe Theile in der gehörigen Austheilung einſauget, um ſo ſchneller, und ergiebiger muß die Pflanze fortwachſen.

II. Dieß gilt auch von der Pflanze, die noch unter der Erde keimet; weil man auch da ſchon die beſagten Theile antrifft.

III. Da

III. Da ſie aber in den Pflanzen ſowohl, als in ihrem Safte aufgelöſt, und auf eine ſehr vollkommene Art vermiſcht angetroffen werden: ſo muß alles das, was zu dieſer Auflöſung und Vermiſchung etwas beyträgt (ich verſtehe Luft, Wärme, öfters Begießen ꝛc.), auch das Wachsthum der Pflanzen befördern.

§. 449.

Fernere Beobachtungen I. Die Pflanzen wachſen in einer ſtark ausgetröckneten Erde gar nicht, und ſehr ſchlecht in einer Erde, in der ſich wenige, oder gar keine ſalzichten und öhlichten Theile entdecken laſſen. 2.) In fruchtbaren Erdreichen findet ſich aber durchaus ſalzig, und öhlichtes Weſen vor. II. Weder im Salze, noch im Oele allein wächst eine Pflanze, wohl aber im Waſſer. (*a*) 2.) H. **Kraft** (*b*) hat ſogar erfahren, daß ſich Haber und Hanfkörner in verſchiedenen Materien, als in gedörrten Sande, zerſchnittenen Papiere, wollenen Tüchern, klein zerſchnittenem Heue ꝛc. die er wohl mit Waſſer angefeuchtet, eben ſo aufgeſchloſſen haben, als in der beſten Erde.

Folgeſätze. I. Obgleich das rohe Salz, und die Fette dem Wachsthume der Pflanzen mehr nachtheilig, als zuträglich iſt (Beob. II.,), ſo befördern ſie ſelbes doch, wenn ſie in der Erde durch eine gelinde Gährung gehörig vermiſcht ſind (I. 2.). Das Waſſer lößt die Salze, und dieſe die Fette auf, wodurch ein flüßiger Mittelkörper hervorgebracht wird, der den Pflanzen Nahrung giebt.

II. Das

(*a*) Alston. Tiroc. botan. Bonnet Recherches ſur l'Uſage des feuilles.

(*b*) Comment. nov. Petropol. T. II.

II. Das Waſſer muß **entweder** in die Beſtandtheile der Pflanzen ſelbſt umgezeugt werden, **oder** es muß doch wenigſtens, als ein von der Natur dazu beſtimmtes Werkzeug, der Pflanze dieſe Beſtandtheile zuführen (Beob. II. 1. §. vorg. I. Folg.).

* Das erſte iſt die Meinung des H. v. Helmont, Hales, Boyle, Gleditſch, Waller ꝛc. (a) Ich zweifle gar nicht an der Richtigkeit ihrer ſo oft, und allemal mit dem nämlichen Erfolge wiederholten Verſuche, nur die Folge, die ſie daraus ziehen, ſcheint mir nicht genugſam gegründet zu ſeyn; denn 1.) ich glaube, daß man das Waſſer immer noch als ein Element betrachten müße, das wie es nicht aus Erde beſteht, alſo auch nicht in Erde, oder andere Subſtanzen wahrhaft zerſetzt werden kann (§.239.). 2.) Auch in dem deſtillirten, noch mehr aber in dem Regenwaſſer iſt Salz, Erde, und Fette vorhanden; mithin müßte das, was die Pflanze der Erde, in der ſie ſtand, entzoh, durch das geregnete, oder zugegoſſene Waſſer erſetzt werden. 3.) Die Gewächſe, mit denen Helmont ꝛc. ſeine Verſuche vornahmen, waren meiſtens wäſſerichte, oder ſolche, die das Waſſer häufiger, als die andern Theile enthielten. 4.) Endlich ſcheint es mir, daß man bey der Beurtheilung dieſer Verſuche auch die Erde- Waſſer- und Oeltheile, welche von den Gewächſen ſowohl, als von der Erde, in die ſie gepflanzt ſind, aus der Luft eingeſogen werden, in die Rechnung ziehen müſſe; denn es iſt gewiß, daß die Luft ſtäts mit ſolchen fremden Theilen angeſchwängert iſt. Der Salpeter wird durch

die

a) Joh. Gottſch. Wallerius, chem. Grundſ. des Ackerb. 6. Kap.

die Luft an den Mauern, und Wänden erzeiget. H. Prieſtley (a) hat in der Luft eine Menge brennliches Weſen angetroffen. Die Erfahrung lehrt uns ſogar, daß von der Haut des Waſſerſichtigen eine große Menge Waſſers eingeſogen wird, u. ſ. f.

§ 450.

Diejenige Erde iſt alſo fruchtbar, in der die ſalzichten, und ölichten Theile nicht nur immer vorhanden ſind; ſondern auch auf eine beſondere Weiſe durch den Zutritt des Waſſers voneinander aufgelöſt, und durch die Gährung, und Vermiſchung mit der Erde ſo zubereitet werden, daß dieſe ſeifenartige Miſchung von der Pflanze leicht eingeſogen werden könne; denn dieſer ſo zubereitete Saft iſt die Nahrung der Pflanzen (§. 448).

I. Damit die Erde fruchtbar ſey, muß ſie nicht zu feſte ſeyn. Die Feſtigkeit hindert die Zubereitung des Nahrungsſaftes; in eine feſte Erde bringt das Waßer als das gemeine Auflöſungsmittel der Salze und der Oele nicht. 2.) Eben ſo wenig hat die Luft, und alles das, was von der Luft zur Nahrung der Pflanze eingeſogen wird, in eine feſte Erde einen Zutritt. 3.) Die Wärme, als eines der kräftigſten Hilfsmittel zur Auflöſung, und Gährung (§. 95. 112), kann den inneren Erdtheilen nicht ſo vortheilhaft werden, wenn die äußere Erdrinde zu feſt und zur Bewegung der Wärme ungeſchickt iſt.

(a) Verſuche und Beobachtungen über verſchiedene Gattungen der Luft 1. Th. 3. Abſch.

II. Die fruchtbare Erde darf aber auch nicht zu locker ſeyn. 1.) Das Waſſer ſitzt durch eine lockere Erde leicht durch, beſonders, wenn ſie ſandicht iſt. 2.) Nicht nur das eingeſogene Waſſer, ſondern auch die aufgelöſten ölichten, und ſälzichten Theile würden den Pflanzen durch Ausdünſtung entzogen werden. 3.) Dazu kömmt noch, daß die Pflanze in einer zu lockeren Erde nicht gehörig befeſtiget werden kann. Das Waſſer ſpielt die Erde von der Wurze leicht hinweg, weil ſie nicht genugſam damit verbunden iſt.

* In dieſen zweenen Sätzen liegt der Grund der Regeln des Ackerbaues, nach denen die Vermiſchung verſchiedener Erdarten (§. 447) geſchehen muß, und nach denen auch ſogar der Gebrauch des Pfluges und der Egge zum Theil beſtimmt wird.

III. Wenn die Erde fruchtbar ſeyn ſoll, ſo muß in derſelben immer der nöthige Vorrath von ölichten, und ſalzigen Theilen erhalten werden.

* Dieſer Vorrath wird dem Äcker ſonderbar durch den Dünger verſchaft. Die Miſchung ungleicher Erdarten bewirket nur, daß die ſalzigen und ölichten Theile leichter eingeſogen, aufgelöſt, und in der Erde länger erhalten werden; der Dünger aber ſchaft dieſe Theile ſelbſt herbey.

** Eine fernere Erklärung der Grundſätze von dem Feldbaue iſt nicht ſo faſt der Gegenſtand der Naturlehre, als der Landwirthſchaft. Ich kann ſie alſo hier um ſo

leich-

leichter umgehen, weil dieſe Wiſſenſchaft in beſondern Stunden aus einem eigen hiezu beſtimmten Lehrbuche vorgetragen wird. Man leſe hierüber die chemiſchen Grundſätze des Ackerbaues von H. Gottſch. Wallerius, überſetzt von D. Joh. Georg Krüniz, Berlin. 1764. und den praktiſchen Beweis der Unfruchtbarkeit jeder Erdart von Stephan Gugenmus (a).

V. Abſchnitt.

Von dem Salze.

§. 451.

Ob wir gleich das ſalzige Weſen in der Natur nicht als ein reines Element, ſondern allemal mit andern Theilen verſetzt antreffen, und an verſchiedenen Salzen wiederum verſchiedene Eigenſchaften wahrnehmen: ſo kommen ſie doch in dem zuſammen, daß ſie ſich in dem Waſſer auflöſen laſſen, in dem Feuer für ſich ſelbſt nicht brinnen, und auf der Zunge einen **eigenen** Eindruck machen. Jeden Körper von dieſer Art nennen wir ein Salz. **Saure** Salze ſind die, welche den Violenſaft roth färben, und auf der Zunge ſo eine gleichſam zuſammenziehende Eigenſchaft äußern. **Alkaliſche** Salze nennt man diejenigen, welche die blaue Farbe der Erdgewächſe ins Grüne umändern, und auf der Zunge einen mehr ſtechenden, und beiſſenden Geſchmack haben. Die Auflöſungen dieſer beyden Salzen brauſen miteinander auf, wenn man ſie vermiſcht. Die **Mittelſalze** werden diejenigen genannt

(a) Bemerkungen der Kuhrpfälziſchen phyſikaliſch-ökonomiſchen Geſellſchaft vom Jahre 1773.

die aus alkaliſchen und ſauren, oder mit dieſen oder jenen aus andern Subſtanzen zuſammen geſetzt ſind.

Von dieſen dreyen Gattungen werde ich nun in ſo vielen Kapiteln das nöthigſte ſagen; indem dieſer Theil in den chemiſchen Vorleſungen vollſtändig erklärt wird, und meine Zuhörer ſchon mit einer genauen Kenntniß der Salze verſehen zu mir kommen. Aber auch das Wenige will ich hier nur zum Behufe derjenigen anzeigen, welche vielleicht die Gelegenheit nicht haben, ſich mit dem chemiſchen Studium näher bekannt zu machen, und denen dieß Lehrbuch in die Hände kommen ſollte.

I. Kapitel.

Von den ſauren Salzen.

§. 452.

Verſuche und Beobachtungen I. über das Entſtehen der ſauren Salze.

1.) Das ſaure Salz wird allemal mit fremden Körpern vermiſcht angetroffen. 2.) In den Pflanzen iſt die Säure entweder ſchon entwickelt in einer merklichen Quantität, und als ein vordringender Beſtandtheil zugegen, z. B. in den unzeitigen Früchten, in Zitronen, im Saurklee ꝛc. oder es wird erſt durch die trockene Deſtillation aus gewiſſen Holzen, und andern Pflanzen erhalten, z. B. aus dem Wachholder, der Eiche ꝛc. Auch durch die Gährung werden die ſauren Salze entwickelt, z. B. im Weinmoſte.

II. Ver-

II. Verſuche über die allgemeinen Eigenſchaften der ſauren Salze. Neben den im vorig. §. ſchon bemerkten allgemeinen Eigenſchaften kommen die ſauren Salze auch in dem überein8, daß ſie weder vom Waſſer, noch vom Feuer, wenn ſie rein ſind, eine Aenderung leiden; ſo werden alle ſaure Geiſter (Spiritus Salis) in einem wohl geſchloſſenen Gefäße ohne Nachtheil ihrer Kräfte aufbewahrt, und erhalten ſich, wenn ſie auch im Feuer gekocht werden: ja ihre Säure wird wegen der Ausdünſtung des Waſſers mehr in die Enge gebracht. 2.) Sie löſen ölichte Körper auf. 3.) Mit alkaliſchen Salzen brauſen ſie auf. 4.) Werden ſie mit einer Seife verſetzet; ſo ſchlagen ſie die aufgelöſten Theile nieder, und verbinden ſich mit dem Alkali. 5.) Alle ſaure Salze ſind ſpecifiſch ſchwerer, als das Waſſer.

III. Verſuche über die Verſchiedenheit der ſauren Salze. Ob die ſauren Salze gleich alle ſpecifiſch ſchwerer ſind, als das Waſſer: ſo haben ſie doch unter ſich eine verſchiedene ſpecifiſche Schwere. 2.) Andere Unterſchiede zeigen ſich auch in dem Zuſammenhange, 3.) in der Flüßigkeit, 4.) in der Auflöſungskraft, 5.) in den Kryſtallen, wenn ſie auch mit dem nämlichen alkaliſchen Salze verſetzt werden.

§. 453.

Es iſt wahrſcheinlich, daß die ſauren Salze nur zufälliger Weiſe voneinander unterſchieden ſeyen, im Grunde aber das

nám=

nämliche Principium haben; denn nur eine verſchiedene Menge der Erde, mit der die nämliche Quantität des Salzes, oder nur eine verſchiedene Quantität des Salzes, mit der die nämliche Menge der Erde verbunden iſt, kann eine Urſache der beobachteten Unterſchiede (§. vorg. III.) ſeyn. Bedenkt man überdas, wie dieſe Salze erhalten werden, ſo läßt ſichs kaum mehr zweifeln, daß neben der Erde noch andere fremde Theile mit dem Salze vereinigt ſeyen, und einen Theilgrund der Verſchiedenheit ausmachen. Man kann alſo mit aller Wahrſcheinlichkeit auf ein gemeinſchaftliches Principium aller ſauren Salze ſchließen.

* Hieher gehört das Experiment des Herrn Hombergs (a), das auf dieſen Satz ein großes Licht verbreitet.

II. Kapitel.

Von den alkaliſchen Salze.

§. 454.

Beobachtungen I. über die Weiſe das feuerbeſtändige Alkali aus den Körpern zu erhalten. 1.) Es wird aus den Pflanzen, und ſonderbar aus der arabiſchen Pflanze **Kali**, und aus dem Weinſteine durch Verbrennen, und Auslaugen; 2.) desgleichen auch aus dem Salpeter, und dem gemeinen Salze mit Bey-

(a) Mem. de L'Acad. des ſc. 1699.
Stattlers Phyſ. gen. Sect. II. c. II. §. II.
Erxlebens Anfangsgründe der Chemie II. Abth. 4. Abſch. §. 456.

Beyſetzung von Kohlen erhalten. 3.) Das Aufbrauſen einiger Geſundheitswäſſer mit einer zugegoſſenen Säure verräth auch die Gegenwart eines alkaliſchen Salzes. II. **Ueber die allgemeinen Eigenſchaften dieſer feuerbeſtändigen alkaliſchen Salze.** Neben den ſchon (§. 451) angezeigten Eigenſchaften kömmt ſonderbar ihre anziehende Kraft auf die öhlichten Theile in Betrachtung, die ſich noch mehr auf das Waſſer, und am ſtärkſten auf die ſauren Salze äußert. 2.) Aber auch dieſe werden verſchieden angezogen, je nachdem ſie mehr oder weniger concentrirt ſind. 3.) Durch Beyſetzung des Alkali werden die Metalle leichter zum Fluß gebracht. 4.) Der Sand verglaſet ſich im Feuer mit dem Alkali. 5.) Die brennlichen Körper ſind härter zu entzünden, wenn ſie an ihrer Oberfläche vieles Alkali haben. III. **Ueber die Verſchiedenheit eben dieſer alkaliſchen Salze.** Sie unterſcheiden 1.) ſich durch die Stärke ihrer anziehenden Kräfte (II. 1.). 2.) An dem Eindrucke auf die Zunge.

§. 455.

Auch die alkaliſchen feuerbeſtändigen Salze haben alle das nämliche Principium; denn die Verſchiedenheit, die ſich unter ihnen zeigt, darf man mit eben dem Rechte bloß ihrer zufälligen Verbindung mit unzerſtörtem Oele und dem erdhaften Weſen zuſchreiben, (§. 453); im übrigen aber haben alle dieſe Salze gleiche Wirkungen, und einen gleichen Urgrund.

§. 456.

§. 456.

Beobachtungen und Erfahrungen von dem flüchtigen Alkali. I. Man erhält es durch Deſtillation aus den meiſten Theilen des thieriſchen Körpers, 2.) Aus einigen Pflanzen, z. B. Zwiebel, Knoblauch, und aus allen jenen, welche Kreutzblumen tragen. II. Es unterſcheidet ſich von dem feuerbeſtändigen Alkali durch die Flüchtigkeit, 2.) durch die ſtärkere Auflöſungskraft. 3.) Das flüchtige Alkali wird bey den Mittelſalzen der Grund der Flüchtigkeit, welche dieſe durch das Feuer erhalten. III. Unter ſich zeigen die flüchtigen alkaliſchen Salze eine Verſchiedenheit, 1.) in dem Grade der Volatilität, 2.) in dem Geruche, und Geſchmacke, 3.) in der Leichtigkeit, und Heftigkeit des Aufbrauſens; allein

§. 457.

Auch der Unterſchied dieſer flüchtigen alkaliſchen Salze iſt nur zufällig; welches aus der Analogie mit den ſauren Salzen und dem fixen Alkali klar iſt (§§. 453. 455).

* Ob aber das flüchtige Alkali auch mit dem feuerbeſtändigen einerley Natur habe: und ob das flüchtige in das fixe, oder dieſes in jenes durch die verſchiedenen Operationen, durch die man dieſe Salze aus den Körpern erhält, umarte; das iſt, meines Erachtens eben noch nicht entſchieden. Noch weniger läßt es ſich mit Gewißheit angeben: daß die ſauren Salze in die alkali-

liſchen, oder dieſe in jene übergehen; denn die pietſchiſchen Verſuche (a) werden durch neuere immer mehr verdächtig. Man leſe hierüber die neuern chemiſchen Schriſten z. B. des H. Erxleben Anfangsgründe der Chemie (b).

III. Kapitel.

Von den Mittelſalzen.

§. 458.

Ein **Mittelſalz** im allgemeinen Verſtande iſt eine Zuſammenſetzung mehrerer verſchiedener Arten vom Salze, oder auch eines Salzes mit andern Körpern, die miteinander eine neue Art des Salzes zeigen (451). Iſt das ſaure Salz mit dem alkaliſchen bis zum Sättigungsgrade verbunden, ſo heißt man es ein **wahres** ein **ächtes** Mittelſalz. Geſchieht dieſe Verbindung mit flüchtigen oder mit fixen Alkali, ſo heißt auch das Mittelſalz **flüchtiges**, oder **fixes**. Ein **unächtes** Mittelſalz entſteht, wenn ſich die Säure mit dem Alkali nicht bis zum Sättigunsgrade verbunden hat. **Metallenes** oder **erdichtes** Mittelſalz nennt man es auch von der Verbindung der Metalle, oder der Erde mit den ſalzigen Theilen. Ich werde hier nur von den mehr bekannten Mittelſalzen das Wichtigſte bemerken.

Vom

(a) Joh. Georg. Pietſch, Abhandlung von Erzeugung des Salpeters, Berlin 1750.

(b) Zweyte Abth. 4. Abſch. §§. 176. 192. 474.

Vom Kochſalze.

§. 459.

Es iſt dieß dasjenige Salz, deſſen man ſich im täglichen Gebrauche zu den Speiſen bedient. Wenn man es bis zum Glühen calcinirt, und alsdann in deſtillirtem Waſſer auflöſet, die Auflöſung filtrirt, und hernach inſpißiret: ſo erhält man die **reinſten Kryſtalle des gemeinen Salzes.** Löſt man dieſe neuerdings auf, und gießt die Auflöſung zu dem Violenſaft: ſo ändert ſie die Farbe deſſelben faſt gar nicht. 2.) Eben ſo wenig zeigt ſich auch ein Niederſchlag, oder ein Aufbrauſen, wenn man die beſagte Auflöſung zu einem aufgelöſten Weinſteinſalze ſchüttet. 3.) Aus den Kryſtallen des Kochſalzes erhält man mittels verſchiedener Beyſätze ſowohl alkaliſches, als ſaures Salz, und zwar beydes beynahe in gleicher Menge.

Folgeſatz. Das Kochſalz iſt ein wahres Mittelſalz (§. vorg.) und iſt aus Säure, und Alkali zuſammengeſetzt, die ſich bis zum Sättigungsgrade vereiniget haben (n. 1. 2. 3.).

§. 460.

Es giebt drey Gattungen des Kochſalzes: das **Meerſalz**, das **Brunnſalz**, und das **Berg**- oder **Steinſalz.** Da aber dieſe Salze nicht in der Natur, oder wegen beſondern Eigenſchaften, ſondern bloß in der Reinigkeit, und in dem Urſprunge unterſchieden ſind, ſo bleibt

uns

uns hier nichts zu erklären übrig, als die Weiſe, wie man ſie erhält, und brauchbar macht.

§. 461.

Das Meerſalz erhält man aus dem Meerwaſſer, das man in nahe Gruben (die man Salzmarſche nennt) hinleitet, und verdünſten läßt. Das zurückgebliebene Salz iſt noch ſehr unrein; daher man es in ſüſſem Waſſer auflöſt, die erdartigen, und andere fremden Theile durch wiederholte Auflöſungen, oder etwa auch durch Ochſenblut, oder andere niederſchlagende Körper abſcheidet, und ſo die Kryſtalle des gemeinen Salzes erhält.

§. 462.

Das Brunnenſalz wird aus dem Salzwaſſer geſotten, das in einigen Orten aus der Erde hervorquillt; man nennt dieſe Quelle die Salzſole. Iſt dieſe Salzſole mit ſo vielem Salze geſchwängert, als das Waſſer bey einem gemäßigten Grade der Wärme auflöſen kann: ſo iſt es Sudmäßig; widrigenfalls muß man das Waſſer entweder durch eingeworfene Salzſteine, oder durch die ſogenannten Leckwerke, und Gradirhäuſer gradieren, und reichhaltiger machen. Dieſe Gradirhäuſer ſind große Gebäude, in die man das Salzwaſſer durch Pumpwerke (welche von einem andern fließenden Waſſer getrieben werden) hinleitet. In der Höhe ſo eines Gradirhauſes befinden ſich mehrere Kanäle, in die das Waſſer eigentlich gepumpet wird,

und

und von denen man es zur gehörigen Zeit durch ganz kleine Oeffnungen auf groſse Schichten und Lagen von Reiſern, flieſsen läſst; durch dieſe ſinkt es nach und nach durch, und wird reichhaltiger, indem auf den Reiſern ſeine Oberfläche vermehrt, und die Ausdünſtung der überflüſsigen Waſſertheile befördert wird (§. 411). Zudem ſind an den Kanälen die Oeffnungen nach allen Seiten angebracht, damit man ſie nach der verſchiedenen Richtung der Winde öffnen kann; denn die Winde wehen das Waſſer mehr auseinander und vermehren die Oberfläche deſſelben; doch öffnet man die Kanäle bey heftigen Winden nicht, damit dieſe das Waſſer nicht ganz mit ſich fortführen. In einigen Gradirhäuſern muſs der Wind die Oeffnungen ſelbſt aufmachen und ſchlieſsen. Aus dem, was wir bereits von den Dünſten geſagt haben (§. 414), kann man wiſſen, welche Winde, und welches Wetter zum Gradieren das Vortheilhafteſte iſt.

§. 463.

Wenn nun das Salzwaſſer entweder von Natur, oder durch das Gradieren ſudmäſsig iſt: ſo wird es in einer groſsen eiſernen Pfanne geſotten. Hier geht das meiſte Waſſer durch die Ausdünſtung hinweg, und das Salz wird auf den Boden präcipitirt; von da man es heraus nimmt, und an eigens dazu beſtimmten Orten tröcknet, und erhärtet.

Der meiſte Aufwand bey dem Salzſieden gehet auf das Holz. Dieſem zu ſchonen hat man allerhand Vortheile ausgedacht. 1.) Kann man ſich ſtatt des Brennholzes der Reiſer, und des Staudenholzes, der Steinkohlen, und ſogar des

Torfes bedienen. 2.) Wenn das Waſſer einmal zu ſieden angefangen hat, ſo muß man die Hitze nimmer vermehren, ſondern immer bey einem gleichen Grade erhalten; denn wärmer läßt ſich das ſiedende Waſſer nimmer machen, als es im Sude iſt, und durch zu große Hitze wurde man auch das Salz mit in die Luft treiben. Man ſoll alſo den Ofen keinem unerfahrnen Nachfeurer überlaſſen, und eine gleichförmige Ordnung im Nachlegen des Holzes feſtſetzen. 3.) Das Waſſer, bevor es in die Pfanne fließet, kann ſchon zuvor durch die aufſteigende Hitze und Dämpfe erwärmet werden. So läßt man dieſes Waſſer z. B. durch Rinnen über der Pfanne herumlaufen, und ſich alsdann erſt mit der ſchon ſiedenden Sole vereinigen. Ferner kann man über dem Zugloche des Ofens eine Art eines Keſſels anbringen, in welchem das Waſſer vorher erwärmt wird, ehe es in die Salzpfanne kömmt; doch muß dieſer Keſſel in der Mitte unterſchlagen ſeyn, und die eine Hälfte mit der andern nur durch eine kleine Oeffnung unten in der Scheidewand communiciren, damit das neue zufließende Waſſer nicht gleich über das übrige hinwegläuft, und vorher erwärmt werden kann. 4.) Soll das Waſſer in der Pfanne nie zu hoch ſiehen. Mann beſtimmt die gehörige Höhe durch ein eigenes dazu verordnetes Maaß.

* Bey den Druck- und Schöpfwerken, durch die man das Salzwaſſer von einem Orte in den andern bringt, ſoll man ſich keines Eiſens gebrauben, weil es von dem Salzwaſſer angegriffen wird; man hat hiezu eine beſondere Compoſition der Metalle ausfindig gemacht, nämlich

lich 4 ℔. Kupfer ¼ ℔. Zinn 20 Loth Arſenick. 6 ½ Loth Spiesglaskönig (reg. antim.).

** Wie man das Kochſalz auch durch die natürliche Ausdünſtung, durch die Sonnenhitze ꝛc. mit ſehr geringen Koſten erhalten kann, das hat H. von Haller in einer beſondern Abhandlung (a) gezeigt.

§. 464.

Das **Steinſalz** iſt dasjenige, welches man aus den Salzgebirgen durch Kunſt, und Auflöſung der Salzſteine erhält; das Brunnſalz wird ohne Zweifel ſchon in der Natur in ſolchen Salzgebirgen von dem durchfließenden Waſſer aufgelöſt (§. 436. III.); das Steinſalz aber müſſen wir uns ſelbſt auflöſen. Beyde Salze haben vollkommen gleiche Eigenſchaften. Bey Aufſuchung der Salzgebirge bedient man ſich des Erdbohrers. Neben dem werden auch andere Zeichen angegeben. 1.) Vorgefundene Kalch- und Gypsſteine, Alabaſter, Frauenglas, Seleniten ꝛc. ſchlüpfriger Letten von verſchiedenen Farben. 2.) Salzige Pflanzen, 3.) die Gegenwart häufiger Wildtauben, rothen Wildprettes, welches an den Steinen zu lecken pflegt ꝛc. Man muß aber bey dieſen Gebirgen ſonderbar darauf Bedacht nehmen, ob ſie reichhaltig genug ſind, und ob man mit Vortheil graben kann.

I. Die Steine müſſen aufgelöſt, und die Erde vom Salze abgeſchieden werden.

Dieß

(a) Mém. de l' Acad. des ſcienc. ann. 1764.

Dieß erhält man am leichteſten durch das Waſſer, welches die Salze aber nicht die Erde auflöſet.

II. Eben dieſe Auflöſung aber kann auf eine zweyfache Weiſe geſchehen; entweder da man die Steine, wie ſie ſagen, **an den Tag bringt**, das heißt, aus den Gebirgen herausnimmt, und ſie ſodann im Waſſer auflöſet; oder durch **Sinkwerke**, da man ſüßes Waſſer in eine verſchloſſene Aushöhlung, die man in dem ſalzreichen Berge ausgehauen hat, vom Tage hineinleitet, und ſo lange ſtehen läßt, bis es vom Salze hinlänglich geſättiget iſt.

* Ob die erſte oder die andere Weiſe vorzuziehen ſey, das muß der Unterſchied der Koſten bey der einen oder der andern beſtimmen. Die Sinkwerke ſcheinen dem Salzgebirge mehr zu ſchonen, und eben darum den Vorzug zu haben.

III. Aus dieſem Salzwaſſer erhält man wirkliches Kochſalz auf eben die Weiſe, die wir eben vorher bey dem Brunnſalze angaben.

Von dem Salpeter.

§. 465.

Beobachtungen und Verſuche. Der **Salpeter** macht auf der Zunge einen bittern Eindruck; eine beſtimmte Quantität deſſelben löſt ſich in ſechsmal ſoviel Waſſer vollkommen auf: er zerfließt im Feuer mit einem Ge-

räu-

räuſche, und Aufbrauſen. Wenn man ihn mit Schwefel verſetzt, ſo detonirt er über dem Feuer. Seine Kryſtalle haben die Figur eines ſechseckigten Priſma, welches ſich auf einer Seite in einen ſpitzigen Winkel endiget. 2.) Der Salpeter brauſt mit dem Alkali nicht auf, auch ändert er die Farbe des Violenſaftes nicht. 3.) Vitriolſäure mit Salpeter verſetzt, gibt in dem Unterſatze eine ſehr ſcharfe Säure; in der Retorte aber ein neues Mittelſalz von ganz andern Eigenſchaften, als jene des Salpeters ſind. Doch brauſet auch dieſes mit dem Alkali nicht auf, und läßt den Violenſaft unverändert. 4.) Wird die in dem Unterſatze erhaltene Säure abermal mit feſtem Alkali verſetzt, ſo kömmt wieder Salpeter hervor.

I. Der Salpeter iſt ein wahres Mittelſalz, denn er hat alle erforderlichen Eigenſchaften desſelben (§. 451); er beſtehet aus einer beſondern Säure (3. 4.), und da in der Retorte mit der Vitriolſäure ein neues Mittelſalz entſteht (3), ſo muß nothwendig ein feſtes Alkali zurückbleiben, und ſich mit der Vitriolſäure verbinden; es iſt alſo auch das Alkali ein Beſtandtheil des Salpeters.

II. Man kann alſo den Salpeter auch durch Kunſt erhalten; wenn nämlich die Salpeterſäure mit dem feſten Alkali verbunden wird.

§. 466.

Fernere Verſuche über die Entſtehung des Salpeters. 1.) Die Salpeterzeugung fängt ſich insgemein an den Mauern, und Wänden gegen Norden an.

2.)

2.) Wenn man lockere Gartenerde, oder Gaſſenkoth etwa 2 Schuhe hoch mit Kalche, und faulem Dunger vermengt an die Orte bringt, welche wider die Sonne und den Regen wohl beſchützt ſind, ſo ſammelt ſich dort der Salpeter ſehr häufig; beſonders wenn die Luft einigen Durchzug und Zutritt hat: z. B. in den Ställen, Kellern, Gewölbern ꝛc., die Erde muß man aber zwey Jahre hindurch von Zeit zu Zeit immer mit einer Mutterläuge anfeuchten, und alle drey Monate umſtürzen. 3.) Die wirkliche Gegenwart des Salpeters erkennt man an dem beſondern Geſchmack, und an dem weißen Ausſchlage, der die Erde, oder die Mauern überzieht. 4.) Die beſchriebene Erde, oder die abgeſchabene Mauer bringt man ſodann in eine Tonne, die mit Strohe bedeckt iſt, und die man unten mittels eines Zapfen nach Belieben öffnen kann. Man gießt kaltes Waſſer darüber, das man nach einer geraumen Zeit, unten bey der Oeffnung wieder auffängt, und in einem kupfernen Keſſel ſiedet. Dieſes geſottene Waſſer gießt man mitten im Sieden über gute Holzaſche, und die Lauge, die man hiedurch überkömmt, wird abermal in dem Keſſel ganz gelinde geſotten, ſo lange, bis ſich in der Oberfläche ein Häutchen zeigt. Nun hat man nichts mehr zu thun, als daß man die Lauge an einen kältern Ort bringt, wo ſich der Salpeter in Kryſtalle anſetzet.

I. Salpeterſieden heißt alſo eigentlich nichts anderes, als die Salpeterſäure mit dem Alkali durch das Auslaugen verbinden.

II. Wenn auch die erſte Lauge ſehr gut wäre, die man von dem kalten Waſſer erhält, ſo kann es doch geſchehen, daß

es ſehr wenig Salpeter abgebe, wenn ſie das erſtemal zu lange geſotten wird; denn bevor ſie über die Aſche gegoſſen wird, iſt noch zu wenig Alkali vorhanden, als daß das noch flüchtige Salpeterweſen nicht in die Luft übergehen könnte.

III. Eben das erfährt man auch, wenn man zu wenig, oder zu ſchlechte Aſche hat.

§. 467.

Verſuche über die Mutterläuge, welche nach dem Anſchießen der Kryſtalle noch übrig bleibt. 1.) Wenn man ſie bis zur Tröckne in eiſernen oder auch irdenen dauerhaften Gefäßen einſieden läßt; ſo überkömmt man zuletzt ein ſchmuziges Weſen, das aus Kalcherde, und Kochſalze beſteht. 2.) Wenn man auch das über einem ſtarken Feuer verkalchet, und mit Waſſer öfters auslauget, ſo bleibt zuletzt eine weiße erdhafte Subſtanz zurück, die, wenn ſie wohl ausgetröcknet iſt, **Magneſia** genannt wird.

§. 468.

Wenn man **reinen Salpeter** verlangt, ſo muß man ihn ſo wohl von dem Kochſalze, als von dem Alaune reinigen; weil dieſer um ſchönere Kryſtalle zu erhalten, jenes aber aus Gewinnſucht von den Salpeterſiedern beygemiſcht wird, oder auch für ſich ſelbſt zufälliger Weiſe vorhanden iſt. Den Alaun entdeckt man, wenn ſich der Salpeter im Feuer aufblähet, und das Kochſalz, wenn er nicht geſchwind abbrinnet. Er wird von dem Kochſalze gereinigt, da man ihm 9½ mehr Waſſer zu-

gießet, und es alsdann bis auf 4 Theile verdünſten läßt; denn ſo wird der Salpeter in Kryſtalle anſchießen, und das Kochſalz, welches von $3\frac{1}{2}$ Theilen Waſſers aufgelöſt wird, noch aufgelöſt bleiben.

* Der Gebrauch des Salpeters iſt ſehr groß in verſchiedenen Künſten. 1.) In der Scheidekunſt; denn die Salpeterſäure iſt das Scheidewaſſer (aqua fortis), womit man das Silber, nicht aber das Gold ſolviret, wenn man anders den Salpeter vorher wohl vom Kochſalze gereiniget hat; denn widrigenfalls entſtünde das ſogenannte Königswaſſer (aqua regia), welches auch das Gold auflöſet. 2.) Aus dem Salpeter wird das Schießpulver verfertiget; die fremden Theile, der zuhäufige Kohlenſtaub, und beygeſetzte Schwefel machen daſſelbe grob, und ſchlechter. 3.) Die Feuerwerker löſen den Salpeter im Waſſer auf, und ſieden ihn wieder ein, wodurch ſie das ſogenannte Zündmehl bekommen. 4.) Den Künſtlern, und Handwerkern dient der Salpeter, um die Metalle geſchwinder in den Fluß zu bringen, dem Golde die gelbe Farbe wieder zu geben ꝛc. 5.) Zum Einſalzen, und zur Erhaltung des Fleiſches wird er nützlicher, als das Kochſalz gebraucht.

Von dem Salmiake.

§. 469.

Der Salmiack (ſal amoniacum) iſt ein Salz von einem ſcharfen urinöſen Geſchmacke; löſt ſich in $3\frac{1}{4}$ mehr

Waſſer auf; verfliegt im Feuer als ein weißer Rauch, und ſchießt in ſpitzige, und gleichſam gezähnte Kryſtallen an.

§. 470.

Beobachtungen und Verſuche. Der Salmiack wurde ehedem aus Egypten gebracht, allwo man ihn aus dem Ruße des verbrennten Kamelmiſtes gemacht hatte: und man will es ſo ziemlich für gewiß haben, daß zur Verfertigung deſſelben auch Meerſalz gebraucht werde. 2.) Von ſeinen fremden Theilen reinigt man den Salmiack durch Auflöſung im Waſſer, durch die Filtration, und Kryſtalliſation. 3.) Er brauſet weder mit Säure noch mit dem Alkali auf, und läßt den Violenſaft ungeändert. 4.) Wenn ein Pfund Salmiack mit 3 Pfund Weinſteinſalze verſetzt, und durch das Sandbad bis zur Sublimation gebracht wird, ſo ſetzt ſich in dem Halſe der Retorte das flüchtige Alkali an; unten in der Retorte aber bleibt die Säure mit dem Weinſteinſalze verbunden zurück. 5.) Setzt man in einer gläſernen Retorte dem Geiſt des gemeinen Salzes ſolange flüchtiges Alkali bey, bis kein Aufbrauſen mehr vorgeht; und deſtillirt man dieſe Miſchung aus dem Sandbade; ſo überkömmt man Anfangs Waſſer, hernach einen urinöſen Geiſt, und endlich den ſublimirten Salmiack.

I. Der Salmiack iſt ein **Mittelſalz**. (n. 1. 2. 3.)

II. Und zwar ein **flüchtiges** Mittelſalz; denn es iſt aus der Säure und einem flüchtigen Alkali zuſammengeſetzt (n. 4.)

Der

* Der Salmiack wird nunmehr zu Braunſchweig beſſer, reiner, und wohlſeiler zubereitet, als jener, den man ehedem aus Egypten brachte. Die Erfinder, nämlich die Herren Gravenhorſt erhalten in ihrer Arbeit auch eine ſchöne grüne dauerhafte Farbe, und glauberiſches Salz. Der Salmiack hat ſeinen nutzlichen Gebrauch 1.) in der Färberey, 2.) zum Löthen, und verzinnen des Kupfers. 3.) Zur Wiederherſtellung der gelben Farbe des Goldes ꝛc. 4.) Es wird aus dem gemeinen Scheidewaſſer durch ihn das Königswaſſer verfertiget, wenn er nämlich mit jenem ſolange vermiſcht wird, bis ſich ein darinne liegendes Goldplättchen aufzulöſen anfängt.

Vom Borare.

§. 471.

Der Borax iſt ein Salz, das aus einer noch unbekannten Subſtanz des orientaliſchen Indien (Tinkal) zu Venedig, und Amſterdam verfertiget wird. Es hat einen ſehr ſcharfen, und bittern Geſchmack: löſt ſich in 20 mal mehr Waſſer auf; im Feuer ſchäumt, und ſiedet es: und verglaſet ſich bald. Die Kryſtalle deſſelben haben die Figur eines ſechseckichten Prisma. Die Weiſe den Borax zu verfertigen iſt noch ein Arkanum.

§. 472.

Verſuche. Wenn dem Borare die Vitriolſäure beygeſetzt wird: ſo ſcheidet ſich das ſogenannte Acidum ſedativum aus, und ſchwimmt auf der Oberfläche in kleinen Plättchen,

chen. Der andere Beſtandtheil des Boraxes macht mit der Vitriolſäure ein neues Mittelſalz, welches man das glauberiſche Salz nennt. 2.) Verſetzt man die ſedative Säure mit einem mineraliſchen Alkali, ſo erhält man abermal Borax. 3.) Der Borax brauſet mit den alkaliſchen Salzen auf.

I. Er iſt alſo ein **Mittelſalz** (§. 458), obgleich kein **wahres** (eben daſelbſt), weil die Säure in ihm vordringt (n. 3.)

II. Seine Beſtandtheile ſind die ſedative Säure, und mineraliſches Alkali.

* Die Metallarbeiter benutzen den Borax beym Löten, wo er das Metall flüßig macht. Auch in den Porcellanfabricken wird er verkalchet, mit feinem Glaſe, und Salpeter zuſammengeſchmolzen, und dadurch die Porcellanfarbe dauerhaft gemacht.

Von dem Weinſteine.

§. 473.

Der Weinſtein iſt ein Salz, das durch die Gährung im Weine niedergeſchlagen, und an den Wänden der Weinfäßer eine Rinde macht.

Verſuche. Der Weinſtein färbt den Violenſaft roth. 2.) Brauſt mit dem Alkali auf. 3.) Und zeugt mit einer beygeſetzten Vitriol- Salpeter- oder anderer Säure ein neues Mittelſalz; die ihm eigene Säure aber wird hiebey abge-

geſondert. 4.) Das neue Mittelſalz iſt nach Verſchiedenheit der beygeſetzten Säure gleichfalls verſchieden.

I. Der Weinſtein iſt zwar ein **Mittelſalz**; denn er enthält Säure und Alkali; wie könnte ſonſt aus einer fremdem Säure, und aus dem, was nach der Abſönderung der eigenen Säure noch überbleibt, ein neues Mittelſalz entſtehen (n. 3.)?

II. Doch iſt er **kein wahres** Mittelſalz (458); weil die Säure nicht vollkommen mit Alkali geſättiget iſt; welches der erſte und zweyte Verſuch beweiſt.

Vom Vitriole.

§. 474.

Der Vitriol iſt eine mit Metallen verbundene Mineralſäure. d. i., eine Säure die man nicht aus den Pflanzen, ſondern aus den Foſſilien erhält. Man nennt ihn Eiſen= Kupfer= Zinkvitriol, je nachdem ſich die Mineralſäure mit einem dieſer Metalle verbunden hat, obgleich in jedem auch andere Theile von dieſen dreyen Metallen, und ſonderbar in dem Kupfer, und Zinke allemal auch Eiſen entdeckt wird. Er löſt ſich in 16 mal mehr Waſſer auf. Seine Kryſtalle haben eine rhomboidiſche Figur. Im Feuer zerfließt er vorher, ehe er ſich calcinirt.

§. 475.

Beobachtungen und Verſuche über das Entſtehen des Vitrioles. Den Vitriol erhält man aus einer gewiſſen Gattung Mineralien, die man den Kies (pyrites) nennt; dieſer verwittert ſich in der Luft, und zerfällt in ein Pulver, das, wenn es ausgelaugt, und eingeſotten wird, den Vitriol zeuget. 2.) Die Verwitterung des Kieſes muß auch unter der Erde vorgehen; und wenn über die verwitterten Kieſe ein Waſſer fließt: ſo muß es die Säure deſſelben auflöſen, und hiedurch auch die Metalle angreifen, und auflöſen. Verdünſtet das Waſſer aus dieſer Auflöſung, ſo bleibt der Vitriol zurück.

I. **Die Vitriole** entſtehen durch die anziehende Kräfte des Waſſers auf die Säure, und der Säure auf die Metalle; ſie **ſind** alſo **ein** metallenes **Mittelſalz.** (§. 458.).

II. So wie in den verwitterten Mineralien mehrere Kupfer- Eiſen- oder Zinktheile vorhanden ſind: eben ſo muß durch die Auflöſung der grüne **Eiſenvitriol**, der blaue **Kupfervitriol**, oder der weiße **Zinkvitriol** hervorkommen.

III. Weil aber die verwitterten Mineralien mehrere Metallarten enthalten: ſo müſſen mit dem vordringenden Metalle auch einige Theile von andern Metallen aufgelöſt, und in dem Vitriole angetroffen werden.

§. 476.

Verſuche. Man bringe den grünen Vitriol in einer eiſernen Pfanne über das Feuer: ſo fängt er an zu ſchmelzen, und weiß zu werden. Nach und nach verliert er ſeine Flüßigkeit: wird gelb, und ſodann röthlicht. Wird er in dieſem Zeitpunkte in einem Deſtillirgefäße mit gradweiſe zunehmender Wärme getrieben: ſo erhält man 1.) eine mit vielem Waſſer vermiſchte Säure, die man das **Phlegma** nennt. 2.) Eine ſchärfere Säure, (ſpiritum). 3.) Zuletzt bleibt eine zähe und ſchmutzige Flüßigkeit zurück, die man zwar das Vitriolöl nennt, welche aber in der That ſelbſt die ſtärkſte Vitriolſäure iſt. II. Wird auf ſorgfältig gereinigte Eiſenfeilſpäne anfangs der Vitriolgeiſt (n. 2.) hernach eben ſoviel Waſſer gegoſſen; und wechſelweiſe ſolange fortgefahren, bis alle Feilſpäne vollkommen aufgelöſt ſind, alsdann aber die Auflöſung filtrirt; ſo ſchießen Kryſtalle davon an, welche die Eigenſchaften des natürlichen Vitrioles haben.

Folgeſätze. I. Der grüne Vitriol beſteht 1.) aus einer Säure, die in dem Feuer flüchtig wird (1. 2.). 2.) Aus Waſſer (I. 1. II.) 3.) Aus Eiſentheilchen, die von der Säure aufgelöſt ſind.

II. Was hier von dem grünen Vitriole geſagt worden, das läßt ſich ohne weiters auch auf die andere Vitriole bloß mit dem nöthigen Unterſchiede der Metalltheilchen anwenden.

* Die Vitriolſäure leiſtet in der Färberey ſehr gute Dienſte, da es 1.) eine ungemeine ſchöne blaue Farbe giebt, wenn man 4 Theile davon mit 1 Theile Indig in einem Glaſe vermiſcht, und nachdem dieſe Miſchung einige Tage in der Wärme geſtanden iſt, ein Theil davon in ein warmes Waſſer gebracht wird. 2.) Auch das Berlinerblau wird noch angenehmer, wenn es auf dieſe Weiſe behandelt wird. 3.) Der Vitriol giebt mit Galäpfeln die beſte Dinte. Alles das iſt ſehr genau in der Abhandlung (a) unſers H. Prof. der Chemie H. Ludewig Rouſſeau angezeigt.

Vom Alaune.

§. 477.

Der Alaun hat mit dem Vitriole die nämliche Säure, und unterſcheidet ſich von ihm 1.) daß er nicht nur in Metallkieſen, ſondern auch in andern Steinen, und andern Erdarten angetroffen wird. 2.) Bey ſeiner Auflöſung erhält man Mineralſäure, und Erde. 3.) Dieſe Erde iſt zwar von einer abſorbirenden Natur, und brauſt mit der Säure auf; doch läßt ſie ſich nicht kauſtiſch machen (b) 4.) Er wird in 4 mal mehr Waſſer aufgelöſt, und ſchießt in achteckichte Kryſtalle an. Es giebt weißen, und rothen Alaun.

I. Auch

(a) Nutzliche Anwendung der Mineralien, p. 50—58.
(b) Marggrafs Chem. Schriften. I. Th. XIII. Abh. §. 3.

I. Auch der Alaun iſt ein Mittelſalz, und zwar ein erdichtes (§. 458.).

II. Seine Beſtandtheile ſind die Mineralſäure und eine Erde von beſondern Eigenſchaften.

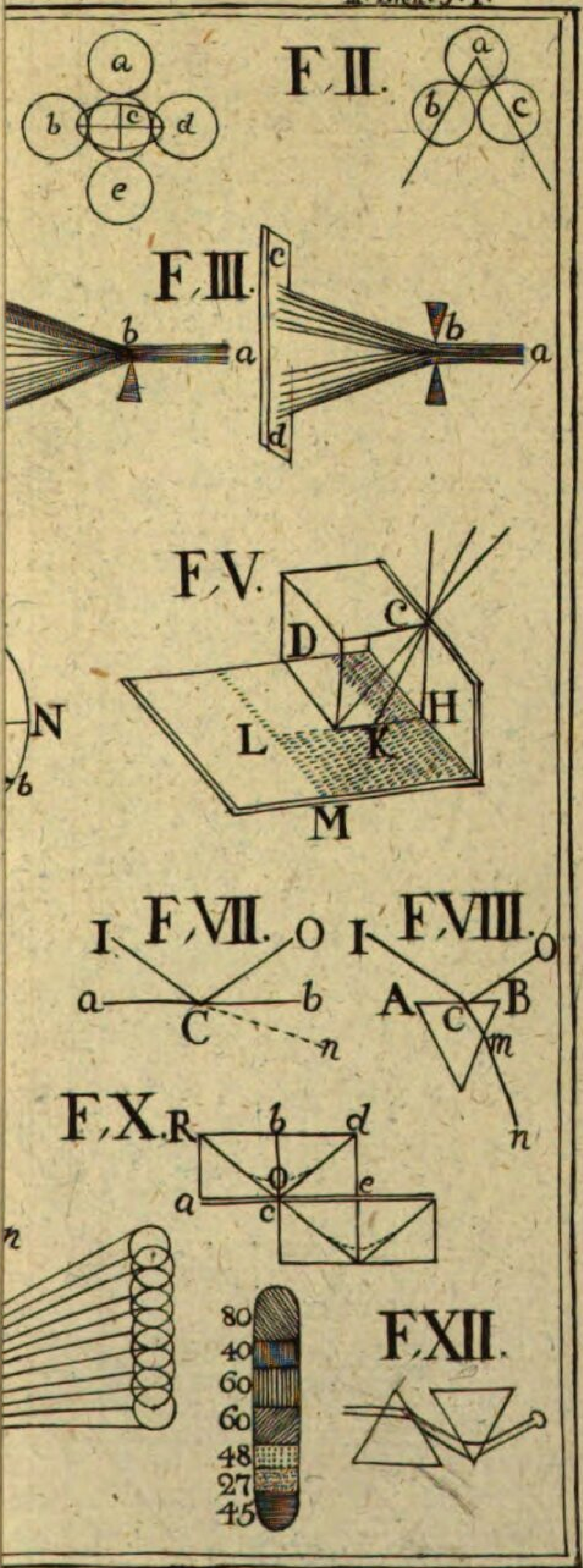
§. 478.

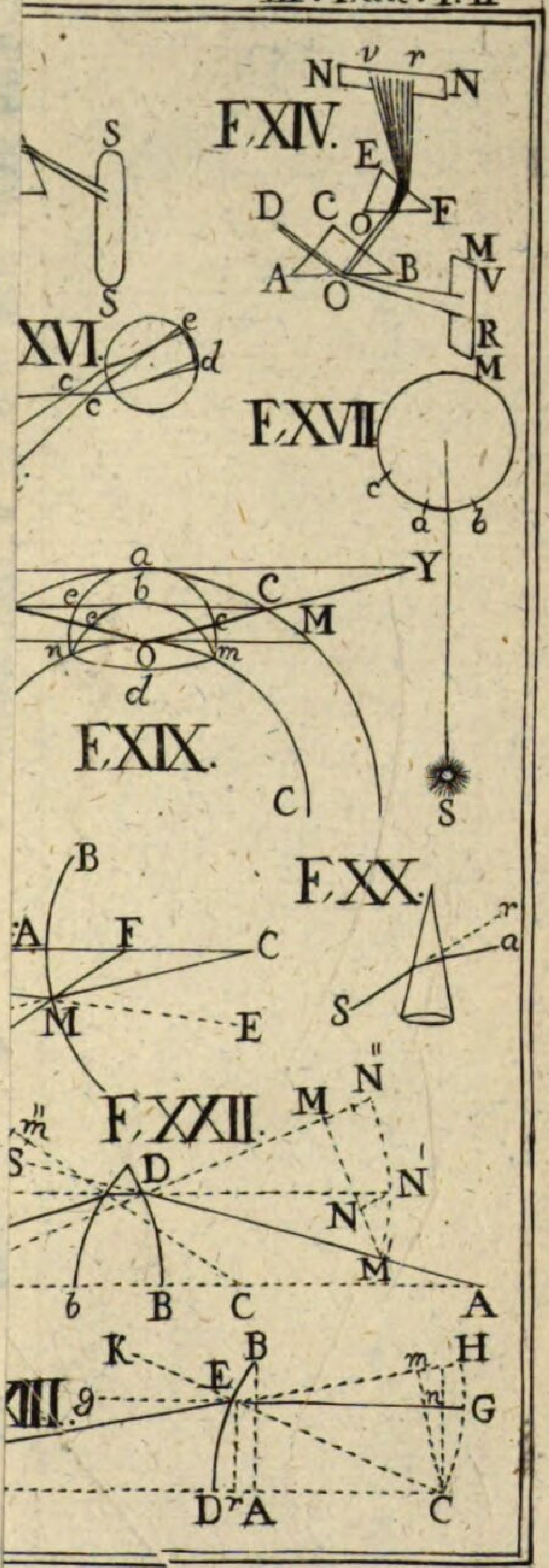
Man erhält den Alaun auch aus der Erde, welche mit Vitriolſtufen vereinigt iſt. Hat man den Vitriol wirklich aus dieſer Erde erhalten, ſo muß das Waſſer, das den Alaun noch aufgelöſt hält (denn er fordert weniger Waſſer, als der Vitriol), mit etwas faulem Urine und Aſchenlauge verſetzt, und ferner geſotten werden; denn durch dieſen Beyſatz wird die Eiſenerde ausgeſchieden, und läßt den Alaun zurück.

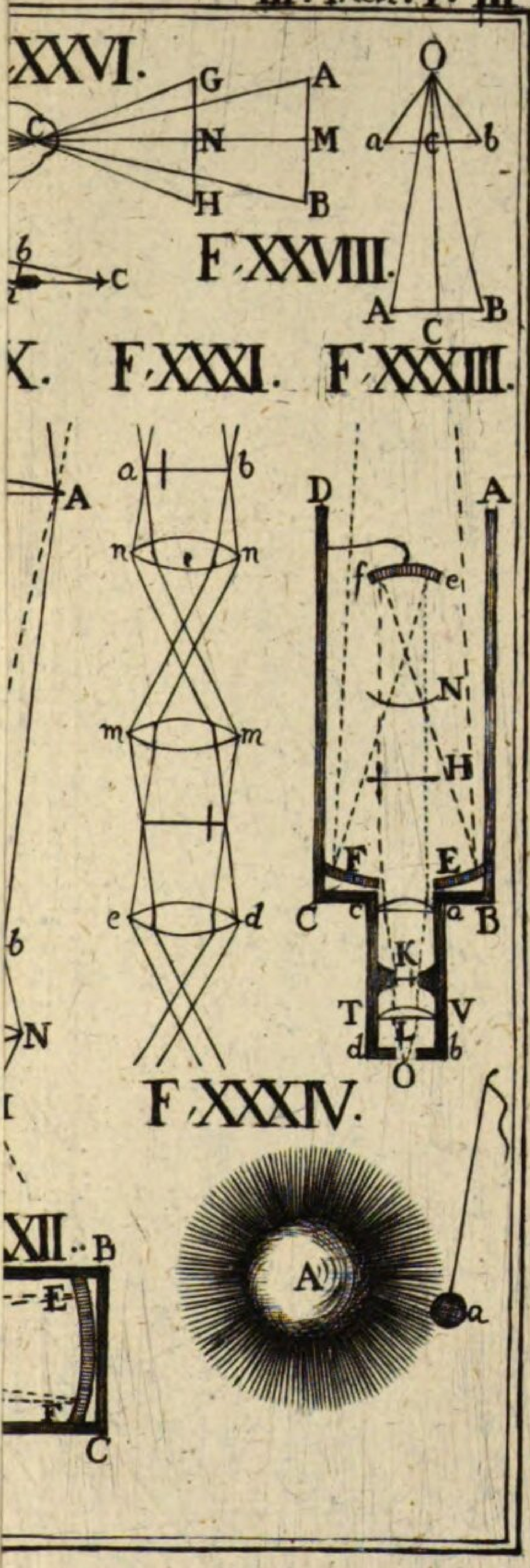
* Der Alaun dient den Weisgärbern, die weißen Felle ſteif zu machen, ſo, wie die Rothgärber eben das durch das Lohe bey dem rothen Leder bewirken. 2.) Er giebt den Farben der Zeuge die Dauerhaftigkeit, da er ſie in den Zwiſchenräumen der Zeuge heftet. 3.) Der rothe Alaun, oder der ſogenannte römiſche erhöht die Cochenillfarbe, den Carmin ꝛc. 4.) Warum der Weiße Alaun bey der Cochenille insgemein die Carmeſinfarbe hervorbringt, daran mag wohl das beygeſetzte Alkali Urſache ſeyn.

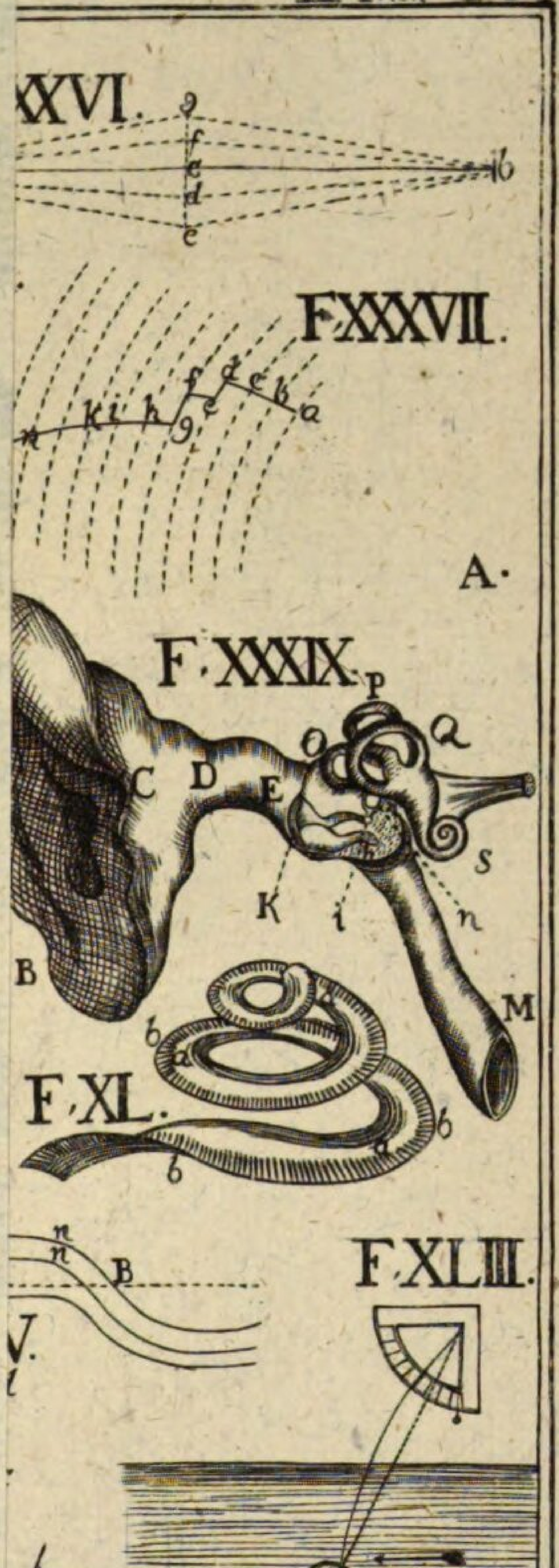
** Eine

** Eine vollſtändigere Beſchreibung der Salze, und aller Eigenſchaften derſelben, gedenkt unſer um die Chemie verdienſtvolle H. Prof. Rouſſeau nächſtens im Drucke bekannt zu machen.

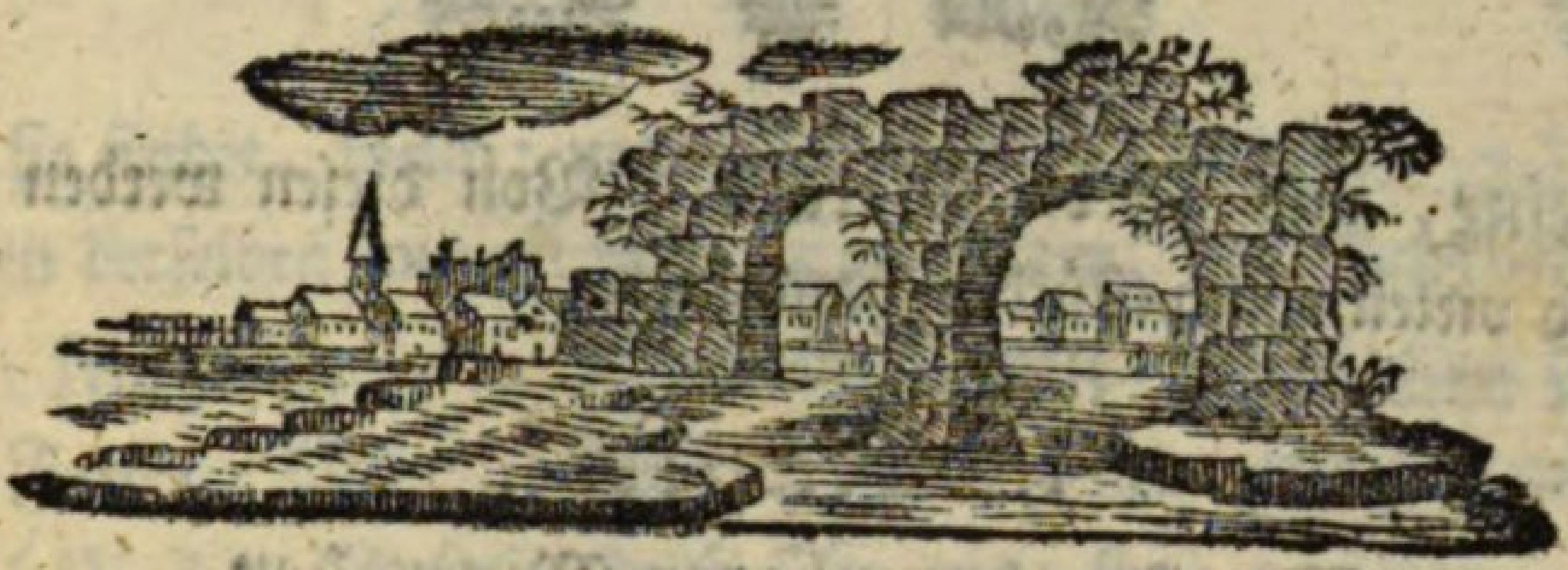

F. II.
a
b
c
d
e
a
b
c
F. III.
c
b
a
d
b
a
F. V.
C
D
H
L
K
M
N
b
F. VII.
I
O
a
b
C
n
F. VIII.
I
O
A
B
C
m
n
F. X.
R
b
d
O
e
a
c
n
80
40
60
60
48
27
45
F. XII.


F. XIV.
N v r N
E
D C F
O
A B
M V R M
O
S
S
XVI.
e
d
c
c
F. XVII
c
a b
a Y
b C
e e e M
n O m
d
F. XIX.
C
S
B
F. XX.
A F C
r
a
S
M E
F. XXII.
M N″
m″
S
D
N′
N
M
b B C A
K B H
E m
XIII. g n G
D r A C


XXVI.
F. XXVIII.
X.
F. XXXI.
F. XXXIII.
F. XXXIV.
XII.



XXVI.
F. XXXVII.
A.
F. XXXIX.
F. XL.
F. XLIII.



Vierter Theil.

Von den Körpern in dem dreyfachen Reiche der Natur.

Man unterſcheidet von den Körpern, die ſich auf unſerer Erde befinden, drey ſonderbare Hauptgattungen, Mineralien, Pflanzen und Thiere; und dieſer Unterſchied beſtimmt die drey Reiche der Natur, in die man die Körper vertheilet, das Mineralien- Pflanzen- und Thierreich.

In der Naturgeſchichte ſowohl, als in der Chemie wird von dieſem dreyfachen Reiche der Natur gehandelt; in einem phyſikaliſchen Lehrbuche darf man alſo hier keine vollſtändige Abhandlung, ſondern nur das erwarten, was, um die hinlängliche Urſache der phyſikaliſchen Eigenſchaften anzugeben, nöthiger, und wichtiger ſcheinet.

I. Abſchnitt.

Von den Körpern in dem Mineralreiche.

Neben der Erde, und dem Salze, von denen wir das Nöthige bereits im dritten Theile geſagt haben, kommen hier noch vor 1.) die brennbaren Mineralien, 2.) die

Steine, und 3.) die Metalle. Von dieſen werden wir in ſo vielen Hauptſtücken handeln.

I. Kapitel.

Von den brennbaren Mineralien.

§. 479.

Beobachtungen und Verſuche von den brennbaren Mineralien überhaupt.

I. Einige dieſer Körper laſſen, wenn ſie verbrannt werden, gar keine, oder doch ſehr wenige Aſche zurück, und dieſe ſind 1.) theils flüſſige, als a) das weiße Bergöl (oleum petrae album), b) das rothe, oder gelbe durchſichtige, oder das gemeine, und endlich c) das undurchſichtige braune Steinöl, oder der ſogenannte Bergtheer (aſphaltum liquidum, petroleum nigrum), 2.) theils ſind ſie feſte Körper, als a) der Erdbalſam, b) der Agt- oder Bernſtein, c) der Kopal, d) die Ambra, e) der Gagath, oder ſchwarze Agtſtein. II. Von andern dergleichen brennbaren Mineralien erhält man durch das Verbrennen mehr Erde; zu dieſer Gattung gehören ſonderbar die Torfe, und Steinkohlen. III. Diejenigen brennbaren Mineralien, in welchen das brennliche Weſen mit Vitriolſäure vermiſcht iſt, die mit einer blauen Flamme brennen, und einen ſtarken erſtickenden Dampf von ſich geben, werden die ſchweflichten Körper im Mineralreiche genannt. IV. Von allen dieſen bisher beſchriebenen Körpern überkömmt man durch chemiſche Zerſetzung brennliches Weſen, Erde, Waſſer, und Salze. V. Auch die feſten (I. 2.) ſind meiſtens da, wo man

man ſie findet, weich; und erhärten erſt in der Luft. 2.) In einigen derſelben entdeckt man ſogar Haare, und Inſekten.

Folgeſätze. I. Die brennbaren Mineralien ſind aus Feuer, Erde, Waſſer, und Salz zuſammengeſetzt (IV.). Daß ſie auch ſehr viele Luft enthalten, beweiſet neben vielen andern die Flamme, und die beym wirklichen Brennen aufwallenden Luftbläschen.

II. Die beſondern Eigenſchaften haben in der vollkommnern Miſchung und dem Verhältniße der vermiſchten Theile ihren hinreichenden Grund.

III. Die Feſtigkeit, und Flüßigkeit derſelben iſt nach den allgemeinen Geſetzen des Zuſammenhanges in den feſten, und flüßigen Körpern (I. Th. §. 57-63.) zu erklären; aus denen man auch begreifen wird, warum einige erſt in der freyen Luft erhärten; es dünſten nämlich Theile aus, welche vorher die Urſache der Flüßigkeit waren, oder es tretten aus der Luft neue Theile hinzu, die die Feſtigkeit bewirken.

IV. Die hinlängliche Urſache von der Vermiſchung, und Verbindung der Beſtandtheile dieſer Körper iſt zugleich die Urſache ihres Entſtehens.

* Wie dieſes hergehen mag, darüber iſt nun freylich noch nichts ausgemacht. Das Entſtehen des Pflanzenharzes werden wir bald hernach leichter erklären. Die Aehnlichkeit, die dieſes mit den brennlichen Mineralien zu haben ſcheint, hat viele auf den Gedanken gebracht, daß auch die brennbaren Mineralien von verſunkenen Wäldern ihren Urſprung erhalten; allein, wie läßt ſich ſo die große Menge dieſer Körper, und

das anhaltende Fließen des Bergöles erklären, das an manchen Orten beobachtet wird? Mir kömmt es immer noch wahrſcheinlich vor, daß unterirdiſche Auflöſungen, und Gährungen ꝛc. eben das unter der Erde bewirken, was wir auf der Oberfläche, bey Zeugung einiger vegetabiliſchen brennlichen Körper an den Pflanzen, wahrnehmen.

§. 480.

Beſondere Beobachtungen vom Torfe.

I. Er beſteht aus vegetabiliſchen Theilen, in einander verworrenen Wurzeln, und Erde, welche Theile zuſammen mit Bergpeche durchdrungen ſind. II. Man hat zwo Gattungen deſſelben. Die **eine** wird 15 = 17 Schuhe unter der Erde gefunden, iſt ſchwerer, und dichter, und erhält ſich lange im Feuer. Die **andere** wird nahe an der Oberfläche der Erde gegraben, iſt lockerer, entzündet ſich leichter, und wird geſchwinder vom Feuer verzehrt. III. Die Chemie zerſetzet ſie in ſtyptiſches Waſſer, 2.) in ſchwere Stink = Oele, 3.) in gemeine kalk = und glasartige Erde. IV. Einige enthalten ein flüchtiges Laugenſalz, eine Kochſalzſäure, auch ein glauberiſches Salz; andere Eiſen; die meiſten mehrere oder wenigere Schwefeltheile. V. Beym Verbrennen zeigt ſich ein merklicher Unterſchied: einige verbreiten dabey einen übeln Geruch, und brinnen ſchnell weg; andere gloſchen mehr, als ſie brinnen, und wenn auch die Oberfläche in Aſche zerfällt, ſo bleibt doch noch die innere Subſtanz glühend, und behält eine gleich anhaltende Hitze. 2.) Auch

von

von dem ſchlechteſten Torfe bekömmt man a) für die Felder fruchtbare Aſche, b) Vitriol, c) Selenit.

Folgeſätze. I. Das Entſtehen des Torfes iſt nicht ſchwerer, als überhaupt das Entſtehen der brennlichen Mineralien, des Bergpeches ꝛc. (vorg. *) zu begreifen (I. Beob.)

II. Alle Torfe können ſtatt des Holzes zum Feuern, Kalk und Ziegelbrennen gebraucht werden, um dadurch dem Mangel des Holzes zu ſteuern; doch ſind bey dem Gebrauche diejenigen vorzuziehn, welche dichter ſind, und weniger Schwefel, und flüchtiges Laugenſalz enthalten (IV.); denn von eben dieſen beygemiſchten Theilen entſteht der üble Geruch anderer Torfe.

III. Man kann aber auch dieſe übelriechenden Torfe ohne beſondere Unbequemlichkeit benutzen, wenn ſie zuvor zu Kohlen gebrannt, und ſo von den ſchweflichten, und übelriechenden Theilen befreyt werden.

* Wie dieſes mit Vortheil geſchehen könne, darüber will ich mich weiter unten erklären.

§. 481.

Beſondere Beobachtungen von den Steinkohlen.

I. Was wir Steinkohlen nennen, ſind ſchwarze mineraliſche Körper, die im Feuer brinnen, und mehr oder weniger Aſche zurück laſſen: ſie ſind von verſchiedener Dichtigkeit: die meiſten glänzen im Bruche. II. Man gräbt ſie theils in der Tiefe, theils an der Oberfläche der Erde. 2.) Die,

welche an dem Tage liegen, ſind ausgewittert, mager, und von ſchlechter Art, die tiefer gegrabenen hingegen dichter, fetter, und beſſer. 3.) Einige geben im Feuer einen ſehr übeln Geruch. III. Durch chemiſche Unterſuchung erhält man aus denſelben 1.) ſtyptiſches Waſſer, das bey einigen Schwefel mit ſich führt, 2.) ein übelriechendes Bergöl, 3.) eine röthlichte, mit flüchtigen Laugenſalzen geſchwängerte Feuchtigkeit, 4.) in der Retorte aber bleibt eine Erde zurück. IV. Die meiſten finden ſich flezenweiſe vor, und ſind oben mit Thon= Schiefer= und Kalkſteinen bedeckt; die äußere Schichte aber iſt allemal Thonerde. 2.) Andere werden auch Stückweiſe angetroffen.

Folgeſätze. I. **Die Steinkohlen ſcheinen wirklich nichts anderes zu ſeyn, als Thonſchiefer, und etwa auch verſunkene Wälder, die mit Erdharze durchdrungen ſind.** Die flezweiſen Lagen laſſen es uns muthmaſſen, und zeigen, daß wenigſtens die meiſten davon in das Mineralreich gehören (IV.). Da man ſie aber auch außer dieſer Lage ſtückweiſe antrift, und uns die Erfahrung auch ſonſt lehrt, daß die Gehölze unter der Erde und im Waſſer in Steinkohlen umarten (a): ſo erhält auch die zweyte Muthmaſſung eine ziemliche Wahrſcheinlichkeit.

II. **Ihr Entſtehen** muß alſo mit dem Entſtehen des Torfes ſehr vieles gemein haben; und was wir kurz vorher von

---

(a) Baume I. Theil IV. Claſſe von der Verbindung der brennbaren Elemente. S. 258.

von dem Gebrauche des Torfes angemerkt haben, das gilt auch hier von den Steinkohlen (§. vorg. Folg. II. III.); ja, da ſie zu Kohlen gebrannt, weit länger im Feuer aushalten, als die Holzkohlen, ſo ſollen ſie, um dem Holze zu ſchonen, ſonderbar bey holzfreſſenden Fabriken aufgeſucht werden.

III. Da die Luft, und die in der Luft vorhandenen fremden Körpertheile immer auf diejenigen Steinkohlen wirken können, welche an dem Tage liegen; ſo müſſen ſich nothwendig viele Beſtandtheile derſelben verflüchten, und andere von außen hinzutretten, dadurch ſie merklich ſchlechter werden, als die, welche man aus der Tiefe gräbt. (II. 2.)

* Eine vollſtändigere Abhandlung dieſer Materien, ſo, wie der folgenden vom Schwefel mag man nachleſen in H. **Gerhards** Beyträgen zur Mineralogie II. Band; in der Geſchichte der brennbaren Mineralien des H. **Schulzen**; in der phyſikaliſchchemiſchen Abhandlung vom Schwefel des H. v. **Waſſerberg**. Ins Kurze zuſammengezogen laſſen ſie ſich auch finden in des H. **Schwediauers** Anfangsgr. des Ackerbaues, und Wachsthumes der Pflanzen nach dem Engliſchen des H. Georg **Fordyce**. Wien 1778.

** Von den Steinkohlen und dem Torfe verdient vorzüglich geleſen zu werden, **die Geſchichte der Steinkohlen und des Torfes** von dem Verf. des **Lehrbegriffes** ſämmt. ökonom. und Cammeralwiſſ. Ich werde aus eben dieſer Geſchichte mündlich nachfolgende Stücke erklären: 1.) Warum die Steinkohlen und

Torfe, ſo, wie ſie aus der Erde erhalten werden, nicht auch zum Eiſenſchmelzen vortheilhaft gebraucht werden können. 2.) Wie die Torfe zu erhalten, 3.) zu verbeſſern, 4.) und dabey viele Fehler zu vermeiden ſeyn, damit ſie brauchbar, und zugleich noch andere Körper gewonnen werden.

§. 482.

Beob. und Verſ. von dem Schwefel.

I. Der Schwefel läßt ſich in Vitriolſäure, und brennliches Weſen zerſetzen. 2) Und durch Vermiſchung einer Vitriolſäure mit feſtem, oder flüßigem brennlichen Weſen (d. i. Kohlſtaube, oder Oele) bringt man auch einen künſtlichen Schwefel zu Stande. II. Man findet ihn theils rein in der Erde in verſchiedenen ſowohl warmen, als kalten Bädern; 2.) theils auch mit Eiſen, Kupfer oder Arſenik verärzet. 3.) Er wird auch mit Kalkerde verbunden angetroffen; III. Bringt man ihn 1.) in offenen Gefäßen über das Feuer: ſo erhebt er ſich, verfliegt, und fängt ſelbſt Feuer mit einer blaulichten Flamme, die einen ſcharfen, ſteckenden Geruch um ſich her verbreitet. 2.) In geſchloſſenen Gefäßen ſublimirt er ſich ohne Feuer zu fangen, und oben an dem Geſchirre hängen ſich die ſogenannten Schwefelblumen (flores ſulphuris) an. 3.) Angefeuchtet, und der freyen Luft ausgeſetzt verliert er ſein brennliches Weſen; und die zurückgelaſſene Vitriolſäure verbindet ſich ſodann mit allen Gattungen der Metalle und Erden. IV. Seine Farbe iſt im reinen Zuſtande gelb; in der Verbindung mit Arſenik

oder Laugenſalz, roth; und endlich weiß, wenn die im Waſſer aufgelöſte Schwefelleber durch eine eingetröpfelte Säure niedergeſchlagen wird.

Folgeſätze. I. Die Beſtandtheile des Schwefels ſind Vitriolſäure, und brennliches Weſen (I. 1. 2.). Seine zufällige Verſchiedenheit hat ihren hinlänglichen Grund in den vermiſchten Körpern, und in der Weiſe ſelben zu behandeln. (II. III. IV.)

II. Der ſcharfe, erſtickende Geruch bey der wirklichen Entzündung oder Erwärmung deſſelben iſt den leicht flüchtig zu machenden Theilchen zuzuſchreiben.

* Die erſtickende Kraft des Schwefels wird durchgängig von der durch ihn aufgehobenen Elaſtizität der Luft hergeholt; ſollte man wohl nicht auch ſagen können, daß die mit der Luft eingehauchten Theilchen deſſelben die Elaſtizität der Lunge ſchwächen, und ſo das Odemholen beſchwerlicher machen? —

II. Kapitel.
Von den Steinen.

§. 483.

Steine überhaupt ſind feſte, mineraliſche Körper; die ſich weder in reinen Waſſer auflöſen, noch im Feuer brennen, oder darinn iemals geſchmolzen werden, ohne ſich in Glas zu verwandeln. Sie werden in drey beſondere Klaſ-

 ſen

ſen eingetheilt. 1.) Einige werden von der Säure mit oder ohne Brauſen aufgelöſt, und dieſe nennet man die **alkaliſchen Steine** z. B. Kalk, Marmor ꝛc. ꝛc. 2.) Andere brauſen mit Säuren nicht, und löſen ſich auch niemal ganz in denſelben auf; und dieſe ſind die **thonartigen**, oder **fetten Steine**, Thonſchiefer, Tophſtein, Glimmer ꝛc. ꝛc. 3.) Wieder andere haben neben dem, daß ſie von der Säure nicht aufgelöſt werden, auch die beſondere Eigenſchaft, daß ſie mit Stahl gewetzet Feuer geben, und ſich im Feuer verglaſen; weswegen ſie auch die **glasartigen** Steine genannt werden; dergleichen ſind die verſchiedenen Kieſel, Hornſteine, Quarze ꝛc. 4.) Man trift auch ſehr oft Steine an, die aus dieſen Steinarten zuſammengeſetzet ſind.

* Fernere Unterabtheilungen überlaſſe ich abermal der Naturgeſchichte und Mineralogie (a); hier werde ich nichts, als die **Natur**, und das **Entſtehen** der Steine unterſuchen.

Verſuche, und Beobachtungen über die Natur der Steine.

§. 484.

I. Die **alkaliſchen** Steine verbinden ſich, in Säure aufgelöſt, zu erdigten Salzen (III. Th. 458. §.). 2.) Mit einer Solution von Metallen verſetzt, ſchlagen ſie die Metalle nieder. 3.) Ob ſie gleich für ſich allein im Feuer nicht verglaſet werden, ſo befördern ſie doch den Fluß glasartiger Steine

(a) Steinreich von J. Ernſt Immanuel Walch I. Kap. Joh. Gottſch. Wallerius Mineralogie II. Claſſe.

Steine im Feuer. 4.) Werden ſie gebrannt: ſo erhält man von ihnen ſehr viele Luft, und den im Waſſer auflösbaren, und ſehr ſchwach zuſammenhangenden Kalk. 5.) Einige löſen ſich in Säuren, mit, oder ohne Aufbrauſen; andere gar nicht auf, z. B. der Gyps.

Folgeſätze. I. In den **alkaliſchen** Steinen iſt ſehr viele Luft, Waſſer und **Kalkerde**, auch **alkaliſches** Weſen vorhanden; alle Verſuche überzeugen uns davon.

II. Die **Verſchiedenheit** der Kalkſteine (5.) hat das Verhältniß der in ihnen verbundenen Subſtanzen, und die Verſchiedenheit der Verbindung ſelbſt zum Grunde; je nachdem die Beſtandtheile ſchon vor der Verbindung mehr oder weniger aufgelöſt, und zur vollkommenen Verbindung mehr oder weniger geſchickt ſind. Bey einigen dieſer Steine trägt wohl hie und da auch die Beymiſchung **noch anderer** Theile neben den ſchon angezeigten (Folg. I.) zur Verſchiedenheit bey; ſo ſind im Gypſe dieſe Beſtandtheile auch von einer Vitriolſäure durchdrungen.

* Von der Nützlichkeit des Gypſes zum Dungen der Wieſen, von den zu gebrauchenden Behutſamkeiten bey Löſchung des Kalches, und von der Zubereitung eines dauerhaften Mertels ꝛc. das Mehrere in den öffentlichen Stunden.

§. 485.

II. Auch einige **thonartige Steine** löſen ſich in Sauren zum Theile auf; entweder von ſelbſt, oder erſt als-

dann

dann, wann ſie mit Laugenſalzen geröſtet worden ſind. 2.) H. Eller (a) hat aus Thon mit beygeſetztem Alkali eine wahre Seiſe gekochet. 3.) Durch Thon laſſen ſich auch die Metalle reduciren. 4.) Vom Flußſpathe überkömmt man durch die Deſtillation eine beſondere Säure. 5.) In der Farbe ſind dieſe thonartigen Steine ſehr verſchieden.

Folgeſätze. I. Die thonartigen, und fetten Steine enthalten neben der Erde, Waſſer und Luft (welche Beſtandtheile die Chemie aus allen Steinen ziehet) **auch eine fette, ölichte Subſtanz;** auf die uns die aus ſelben mittelſt Alkali gekochte Seife (n. 2.) ſchließen läßt.

II. Es läßt ſich auch kaum an dem Daſeyn einer **Säure** in denſelben zweifeln; Aus dem Flußſpathe, der gewiß ein thonartiger Körper iſt, wird ſie wirklich erhalten (b); in den übrigen macht uns die nur durch Säure auflösbare Fette die Gegenwart einer Säure wahrſcheinlich; und zwar einer Vitriolſäure, weil die verſchiedenen, und beſtändigen Farben (5.) mit Recht den Metallen zugeſchrieben werden. (III. Th. §. 441. III.)

III. Es läßt ſich auch mit ziemlichen Grunde vermuthen, daß ſich in den Thonſteinen etwas Alkaliſches befinde; weil aus ſelben gemeiniglich Kalkerde erhalten wird.

IV. Die

(a) Mineral. Beluſtig. IV. Band S. 257.

(b) Chriſt. Ehrenfr. Weigls Grundriß der Chemie II. Th. III. Abſch. Steinchemie §. 733.

IV. Die Thonſteine unterſcheiden ſich alſo von den Kalkſteinen ſonderbar dadurch, daß dieſe mehr alkaliſches Weſen, iene mehrere fette Theile enthalten.

* Die übrige Verſchiedenheit läßt ſich leicht aus dem erklären, was ich eben vorher (§. vorg. II.) von der Verſchiedenheit der alkaliſchen Steine geſagt habe.

§. 486.

III. Die Glasartigen Steine haben dem äußerlichen Anſehen nach mit dem Glaſe viel Aehnliches. 2.) Sie ſind ſehr hart, und geben mit Stahle oder miteinander geſchlagen Feuer. 3.) Sie fließen mit Salpeter, Borax, oder Bleykalk verſeßt im Feuer. 4.) Und durch Beyſeßung des Laugenſalzes ſchmelzen ſie mit einem Aufbrauſen zu ſchönen Gläſern. 5.) Sogar die Edelgeſteine beſtehen aus verſchiedenen Erden, als Kalk, Alaun, Kupfer, und Metallerde, welches Herr F. C. Achard (a) vom Rubin, Saphir, Smaragd, Hyazinth, Granat und Chriſopras gezeiget hat; ſo hat er z. B. aus einem halben Quintchen Smaragd $6\frac{1}{2}$ Gr. Kieſelerde, $2\frac{1}{2}$ Gr. Kalkerde, 18. Gr. Alaunerde erhalten. Es iſt ſonderbar zu bemerken, daß er aus allen dieſen Edelgeſteinen eine Erde erhalten hat, die mit ieder Säure aufbrauſte, und davon aufgelöſt wurde. 6.) Wenn man den Flußſpath nach beygeſeßten Vitriolöle in einem geſchloſſenen Geſchirre ſtark erhißet, ſo tritt ein Körper davon aus, der mit einem Waſſer, das ſich im Unterſaße befindet eine wahre Kieſelerde geſtaltet.

Folge.

(a) Neuer Phil. Abh. der Churb. Akademie I. Band. Chemiſche Unterſuchung verſchiedener Edelgeſteine.

Folgeſätze. I. Die glasartigen Steine beſte-
hen aus den nämlichen Subſtanzen, aus denen die alkaliſchen und thonartigen beſtehen. Von der Erde, dem Waſſer und der Luft läßt ſichs gar nicht zweifeln; die Gegenwart des Salzes läßt ſich aus dem 5ten und 6ten Verſuche vermuthen (§. vorg. n. 4.); die verſchiedenen Farben verrathen auch metalliſche Erde.

II. Sie unterſcheiden ſich aber von eben dieſen alkaliſchen ꝛc. Steinen durch den kräftigeren Zuſammenhang, der aus der vollkommnern Vermiſchung, und vorhergegangenen vollkommneren Auflöſung der Beſtandtheile, oder etwa auch durch das verſchiedene Verhältniß, in welchem dieſe Theile vermiſchet ſind, erklärt werden mag.

III. Die nämliche Urſache läßt ſich auch für die Verſchiedenheit der glasartigen Steine unter ſich ſelbſt angeben; ſie beſtimmt den Werth der koſtbaren Steine, und die beygemiſchten Metalle ihre Farbe.

IV. Man kann daher die glasartigen Steine als eine noch unvollkommene Art Glaſes anſehen (n. 1.); dem zur Vollkommenheit hinlängliches Alkali mangelt; denn ſo bald dieſes hinzukömmt, gehen ſie in das ſchönſte Glas über. (n. 3. 4.)

Von dem Entſtehen der Steine.

§. 487.

Verſuche. Der berühmte Henkl (a) hat einen Urin in

(a) Kleine mineral. und chem. Schriften, im andern Tractat, von dem Urſprunge der Steine. §. 142.

in einer wohl verſchloſſenen Flaſche 4 Jahre lang aufbewahret; als er ihn nach dieſer Zeit beobachtete, hatten ſich Kryſtallen ähnliche Steine angeſeßt, die ſich weder im heißen Waſſer auflöſen; noch im Feuer ſchmelzen ließen, auch ohne allen Geruch oder Geſchmack waren. 2.) Eben dergleichen Steine erhielt auch H. Zimmermann (a) nach etlichen Monaten in einem Gläschen, in das er einen zerſtoſſenen Kieſelſtein mit einer Potaſchenlauge verſchloſſen hatte. 3.) H. Achard (b) hat ſogar harte, durchſichtige Steinkryſtalle durch die Auflöſung und Vermiſchung verſchiedener Erd- und Metallarten vermittelſt der fixen Luft, die er aus der Kreide durch die Vitriolſäure trieb, und durch eine eigens hiezu erfundene Maſchine mit dem Waſſer verband, auf eine ſehr befriedigende Weiſe erhalten.

Folgeſätze. I. **Aus einem flüßigen Körper, der aus Erde- Salz- und Waſſertheilen und aus brennlichen Weſen beſteht, wachſen wahre Steine zuſammen;** denn alle dieſe Theile befinden ſich nicht nur in dem zimmermanniſchen Gemenge (n. 2.), ſondern auch im Urine (n. 1.), wie uns dieß die chemiſchen Unterſuchungen lehren. In dem Verſuche des H. Achard (n. 3.) ſcheint es, daß das brennliche Weſen aus der Kreide mit der fixen Luft in das Waſſer getretten ſey, und ſich mit der in ſelbem aufgelößten Erde verbunden habe.

II. Es

(a) Eben dort in der Anmerk. über dieſen §.

(b) In der obigen Abhandl. der Churb. Akademie 1. Band. 547. Seite Anhang.

II. Es iſt alſo das Wachſen der Steine nicht nur möglich, ſondern ſogar nothwendig, wo die nöthigen Beſtandtheile aufgelößt, und flüßig vorhanden ſind.

III. Da nun die glasartige Erde an allen Orten anzutreffen iſt (III. Th. §. 240.), und vielfältig mit den vorher beſchriebenen Beſtandtheilen in Verbindung tretten kann, ſo iſt es leicht zu begreifen, daß an allen Orten Kieſelſteine entſtehen können.

IV. Und da die Kieſelſteine ferner in den Haupteigenſchaften mit den übrigen Steinen übereinkommen, und ihre Verſchiedenheit nur von dem verſchiedenen Verhältniße der vermiſchten Subſtanzen ꝛc. (§. vorg. II.) herzukommen ſcheint; ſo hat es mit dem **Entſtehen der übrigen Steine** keine ſonderbare Schwierigkeit.

V. Vorzüglich gilt dieſes von den **Edelgeſteinen**, welche aus verſchiedenen Erden durch eine Art von Kryſtalliſation zuſammenwachſen (n. 3.).

* Aus allen dieſem läßt ſichs nun auch erklären, **wie die Steine**, die der freyen Luft ausgeſeßt ſind, abermal **verwittern.** H. Matth. **Brunnwiſer** hat hierüber ſehr genaue Beobachtungen gemacht (a) und die verſchiedenen Stufen genau angemerkt. An dem nämlichen Steine verwittern die Theile, welche der freyen Luft, Schnee und Regen ausgeſeßt ſind; indeß die inneren und in der Erde vergrabenen unbeſchädigt gefunden

(a) Abhandl. der Churb. Akademie 9. Band.

funden werden. Das Regen- Thau- und Nebelwaſſer ꝛc. oder auch ienes, welches dieſe Steine ſelbſt aus der Luft anziehen, mit der in der Luft vorhandenen Säure (§. 466. n. 1.) ſcheint mir die Urſache dieſer Verwitterung zu ſeyn.

§. 488.

Auch auf den höchſten Gebirgen finden ſich zu Stein gewordene Körper von allen Gattungen vor; z. B. verſteinerte Thierknochen, Meermuſcheln, verſchiedene vegetabiliſche Körper, Holze, Baumblätter, Rinden, Schiffgezeuge (a) ꝛc. 2.) Eben dergleichen Verſteinerungen, ia ſogar verſteinerte Werkzeuge, derer man ſich zum Steinbrechen zu bedienen pfleget, werden auch in größeren Stücken der Steine eingeſchloſſen angetroffen; iedoch nur in den mittleren Gebirgen (montibus mediis), nicht aber in ienen höheren, die die Erdkugel wie eine ununterbrochene Kette umgeben. 3.) Man findet die Steine lagenweiſe in der Erde, und unter oder über ihnen ohne Ordnung (die etwa die verſchiedene Schwere alleine noch beſtimmen könnte) wechſelweiſe Lagen von Muſcheln, Thon, und allerhand andern Erdarten (b). 4.) Dieſe Erde- Stein- und Muſchellagen, ſo unordentlich ſie auch immer aufeinander folgen, behalten doch gröſtentheils in zweenen

(a) - - - vidi factas in æquore terras
Et procul a pelago conchæ iacuere marinæ,
Et vetus inuenta eſt in montibus anchora ſummis.
Ovid. Met. L. XV. v. 263.

(b) Schwediſche Abhandl. XXIX. B.

nen gegenüber ſtehenden Bergen, zwiſchen welchen etwa der Rinnſal eines Flußes offen iſt, die nämliche Ordnung. (a).

Folgeſätze. I. Die Steine in den mittleren Bergen ſind erſt nach Verlauf einer Zeit, nach und nach, durch Ueberſchwemmungen ꝛc. entſtanden. Alle angeführten Beobachtungen beweiſen es uns.

II. Eben ſo wahrſcheinlich iſt es auch, daß die Berge, die ein continuirliches Thal oder der Rienſal eines Flußes theilet, zu gleicher Zeit, und durch die nämliche Ueberſchwemmung entſtanden ſey (4.).

* Wie iſt aber zwiſchen dieſen Bergen die Tiefe ausgehöhlet, warum iſt nicht auch dieſe in der Ueberſchwemmung mit gleichen Lagen ausgefüllt worden? — Es konnte ſchon vor der Ueberſchwemmung eine Anlage zur Vertiefung da geweſen ſeyn, weswegen die Körper, welche die Lagen ausmachen, nur an der Seite zurückblieben; in der Mitte aber von dem Waſſer noch immer nach der Richtung des Abhanges fortgeführt wurden. 2.) Einige dergleichen Tiefen können auch von dem Fluße ſelbſt zur Zeit, da noch alles weich war, ausgefreſſen worden, 3.) oder wohl gar durch Erdbeben eingeſunken ſeyn, ſo wie man weiß, daß dieß ſchon manchmal der Untergang ſowohl als der Urſprung ganzer Inſeln im Meere geweſen iſt, und viele Anhö-

---

(a) Lulofs Einleitung zur Kenntniß der Erdk. Wallerius ſchwed. Abh. V. B.

Anhöhen der ebenen Fläche dadurch immer näher gekommen ſind.

III. Ob es gleich nicht unmöglich iſt, daß auch die **höheren Gebirge** (2) nach und nach zu Stein geworden ſeyen, ſo haben wir doch keinen hinlänglichen Grund für die Wirklichkeit dieſes Entſtehens; und iſt es weit wahrſcheinlicher, daß ſie wirklich ſo, wie ſie ſind, aus der Hand des Schöpfers gekommen ſeyn.

IV. Die **verſteinerten Körper**, ſo verſchieden ihre Natur vorher immer geweſen ſeyn mag, haben mit den Steinen, in denen ſie gefunden werden, gleiche Entſtehungsart, und einerley Eigenſchaften, wenn durch ihre Verſtörung der flüßige Körper, der die übrigen Steine erzeugte, keine merkliche Aenderung gelitten hat; im widrigen Falle machen ſie eine beſondere Steinart aus.

* Da der Körper nicht auf einmal, ſondern nur nach und nach zerſtöret wird; wenn den Raum eines ieden zerſtörten Theiles ſogleich die ſteinerzeugende Materie einnimmt: ſo muß der neuerzeugte Körper nach und nach die Figur des zerſtörten erhalten. So, und nicht anderſt wird dieſer verſteinert.

** In dieſen Erklärungen hat es nirgend eine beſondere Beſchwerniß; nur die Ueberſchwemmungen ſcheinen ohne hinlänglichen Grund angenommen zu werden, oder zum wenigſten ſind wir nur von einer einzigen all-

gemeinen gewiß (a); gleichwohl gründet ſich wegen der Einförmigkeit der Beobachtungen an allen Orten, beynahe alles auf dieſe Ueberſchwemmungen. Um dieſe Schwierigkeit aufzuheben, antworte ich: 1.) Die Erde war gleich bey ihrer Erſchaffung mit Waſſer bedeckt, und erſt am zweyten Schöpfungstage geſchah ihre Abſönderung (b). Ob ſie auf dem ganzen Erdboden, oder nur in einigen Theilen, die dem erſten Menſchen und ſeiner nächſten Nachkommenſchaft zum Aufenthalte, und zur Nahrung nöthig waren, geſchehen ſey, das iſt uns nicht bekannt, und ich ſehe nicht, warum ſich die Gewäſſer nicht erſt nach einigen hundert, oder gar tauſend Jahren ſollen haben vertheilen; während dieſer Zeit aber andere Plätze einnehmen, und aus den in ihnen gezeigten, und vermehrten Thieren, Muſcheln ꝛc. ſich ganze Lagen aufhäufen können. Wenn man aber auch dieß bey der Schöpfung der Erde nicht gelten laſſen will, ſo läßt es ſich 2.) doch gewiß bey der Sündfluth mit der gröſten Wahrſcheinlichkeit behaupten. Noah, und ſeinen Söhnen erkleckten, die Gegenden Armeniens, wie dem Adam Eden; die übrigen Länder konnten indeß vom Waſſer eingehüllt, und zu der Geſtalt umgebildet worden ſeyn, in der wir ſie noch itzt finden (c). 3.) Und endlich iſt es auch außer allem

(a) Geneſis VII.

(b) Eben dort I.

(c) Es iſt dieß die höchſt ſinnreiche Muthmaſſung des H. Pr. Käſtners in der Anm. zu des H. Tilas Nachricht vom Schneckengebirge. Schwed. Abh. V. B.

lem Zweifel, daß nicht nur die Flüße ihren Rinnſal, ſondern auch die Meere ihre Ufer von Zeit zu Zeit ſehr abändern (III. Th. §. 445.), daß durch Erdbeben, und andere dergleichen Zufälle Berge verſinken, neue entſtehen, andere zu Ebenen erniedriget werden können. (a). Wenn man dieſes alles zuſammennimmt, ſo werden ſich endlich alle bisherige Erſcheinungen erklären und begreifen laſſen.

* Man ſehe über dieſe Materien die verſchiedenen Erdbeſchreibungen z. B. H. Mitterbachers kurzgefaßte Naturgeſchichte der Erdkugel, beſonders das III. Hauptſt. H. Ernſt Emanuel Walchs Steinreich ꝛc. ꝛc.

III. Kapitel.

Von den Metallen.

§. 489.

Mit dem Name Metalle überhaupt werden die ſchwereſten unterirrdiſchen Körper bezeichnet, welche im Feuer zerſchmelzen, und in der Luft wieder erhärten. 2.) Eigentliche, oder ganze Metalle werden nur dieienigen genannt, welche ſich durch den Hammer ausdehnen laſſen, und im Feuer nicht ſo leicht flüchtig werden. Die übrigen, welche dieſe zwo Eigenſchaften nicht beſitzen, heißt man eigentlich nur Halbmetalle. Unter den verſchiedenen Gattungen der eigentlichen Metalle ſelbſt zeigt ſich noch ein merklicher Un-

(a) Hamb. Magaz. III. B. Seneka L. II. nat. quæſt. c. 20.

terſchied in der beſagten Ausdehnbarkeit, und Feuerbeſtändigkeit; von dem ſie wieder in die **edlen**, und in die **unedlen** untergetheilt werden. Zu den erſtern rechnet man **Gold**, **Silber**, und die **Platina**, von denen beynahe nichts im Feuer flüchtig geht, die ſich auch nicht kalciniren laſſen, und die gröſte Duktilität haben. Zu den **unedlen** Metallen gehören **Bley**, **Zinn**, **Kupfer**, **Eiſen**; von denen einigermaſſen das Gegentheil gilt.

Von der Natur der Metalle überhaupt.

§. 490.

Verſuche. 1.) Die **Halbmetalle** ſowohl, als die **unedlen** werden durch das Feuer, vorzüglich aber durch die concentrirte Sonnenhitze anfangs verkalket, hernach verglaſet. 2.) Setzt man dieſem Metallglaſe das brennliche Weſen, einen Kohlſtaub, bey: ſo erhalten ſie im Feuer ihre vorige Geſtalt, und die Eigenſchaften des Metalles wieder zurück. 3.) Dem Sande, oder der Kieſelerde ꝛc., um ſie in Glas zu verwandeln, muß allemal ein alkaliſcher Körper beygeſetzt werden. 4.) Die **vollkommenen**, oder **edlen** Metalle werden weder verkalket, noch verglaſet.

I. In den unedlen, und in den Halbmetallen befindet ſich neben der Erde ein brennliches Weſen; denn nur dieſes wird bey dem Kalciniren zerſtört, eben darum, weil man durch Beyſetzung deſſelben zu dem Metallkalke die Metalle zurückerhält.

II. Da das Glas zu ſeiner Zeugung allemal Kieſelerde, und alkaliſches Weſen (n. 3.) erfordert; die Metalle

ſich aber nach dem Kalciniren verglaſen: ſo müſſen ſie auch alkaliſches Weſen in ſich enthalten.

III. Die **Beſtandtheile** dieſer Metalle ſind alſo **Erde, brennliches**, und **alkaliſches** Weſen.

IV. Ihre **Verſchiedenheit** iſt gleichfalls aus dem verſchiedenen Verhältniße der Theile, ihrer vorhergehenden Auflöſung, und ihrer Verbindung zu erklären.

§. 491.

Auch die vollkommenen oder edlen Metalle ſcheinen aus den nämlichen Beſtandtheilen zuſammengeſetzt zu ſeyn, und ſich von den Unvollkommenen (dahin auch die unedlen gehören) bloß dadurch zu unterſcheiden, daß ſie aus kleinern, und vorher vollkommener aufgelöſten Theilchen in eine dichtere und feſtere Maſſe zuſammengewachſen ſind. Die große Aehnlichkeit, die ſie mit den unvollkommenen Metallen haben, ſcheint den Schluß auf die nämlichen Beſtandtheile ganz wahrſcheinlich zu machen; beſonders, wenn man durch chemiſche Verſuche noch keine andern Beſtandtheile entdecket hat, und die Verſchiedenheit dem ungeachtet erklärt werden kann. So viel mir aber bekannt iſt, hat zur Zeit noch niemand weder das Gold, noch das Silber, oder die Platina in ungleichartige Theile zerſetzt; und die Verſchiedenheit der vollkommenen Metalle von den unvollkommenen iſt nicht ſchwerer, als der ſtärkere Zuſammenhang und die größere Dichtigkeit der vollkommenen Metalle zu begreifen, die eine nothwendige Folge der vorhergehenden feinern Auflöſung, und engere Verbindung der Theile iſt.

I. Die größere Ziehbarkeit (ductilitas) der edlen Metalle ſcheint von einer gleichen Miſchung und Zertheilung des in ſelben vorhandenen brennlichen Weſens zu entſtehen; denn die unvollkommenen Metalle verlieren eben dieſe Zähigkeit, ſo bald man ſie des brennlichen Weſens beraubt; und erhalten ſelbe wieder, ſo bald ihnen dieſes zurückgeſtellt wird. Ob ſich alſo gleich das brennliche Weſen von dem Golde ꝛc. nicht abſöndern läßt, ſo läßt ſich doch der Schluß von gleichen Wirkungen auf gleiche Urſachen machen.

II. Der Grund, warum man die vollkommenen Metalle nicht kalciniren kann, liegt in dem engeren Zuſammenhange des brennlichen Weſens mit den übrigen Subſtanzen, der durch die Hitze nicht überwunden werden kann, und keine Abſönderung des brennlichen Weſens zuläßt. Vielleicht auch iſt zu wenig Alkaliſches vorhanden, als daß ſie in Glas umgeändert werden könnten.

III. Die Farben der Metalle beweiſen die Gegenwart anderer Subſtanzen in den vollkommenen ſowohl, als in den unvollkommenen Metallen keinesweges; denn ſie entſtehen auch von der bloßen verſchiedenen Zuſammenfügung der Beſtandtheile (3. Th. §. 301.).

Von dem Entſtehen der Metalle.

§. 492.

Beobachtungen. 1.) Obgleich die höchſten Berge (§. 483. n. 2.) durchaus Felſen, und als wären ſie ein einziges ganzes Stück, aufgethürmet ſind: ſo ſind doch in den

mitt=

mittleren Bergen verſchiedene Klüften, und Bergadern anzutreffen; und 2.) zwar an ienen Orten häufiger, wo ſich dieſe Berge einerſeits an die höchſten, anderſeits aber an die Vorgebirge ſchließen. 3.) Sie gehen wie ſcharfſchneidige Keule tief in die Berge hinein, oder ſie ſchneiden ſich, wie die Bergleute ſagen, in der Tiefe aus; ſie laufen nach allen Richtungen; doch ſind die ſenkrechten meiſtens größer und mächtiger. Oft begegnen ſie ſich, und ſchneiden ſich einander; und die größeren ziehen ſich oft meilenlang ununterbrochen fort, und erſtrecken ſich ſogar durch Flüße und Thäler bis in das gegenüberſteheude Gebirg. 4.) In den Bergen trifft man faſt nie eine Ritze allein an. 5.) Die gegenüberſtehenden Wände ſo einer Ritze paſſen manchmal ſehr genau aufeinander.

* Dieſe, und die gleich hernachfolgenden Beobachtungen beſchreibt der öſterreichiſche H. Bergrath Delius ſehr genau in ſeiner im öſterreichiſchen Patrioten befindlichen Abhandlung vom Urſprunge der Gebirge, und Erzadern, und in der Anleitung zur Bergbaukunſt.

§. 493.

Die Ritzen in den Bergen können mancherley Zufälle zum Grunde haben. 1.) Einige entſtehen durch Auströcknung; denn wenn es gewiß iſt, daß ſich Berge durch Ueberſchwemmungen aufhäufen, und nachmals in Steine zuſammenwachſen, ſo müſſen ſich in denſelben wie in einer ſtark ausgetrockneten Erde Ritzen, und Spalten ergeben. 2.) Ein von den Steinen tief eingeſogenes, und hernach gefrore=

frorenes Waſſer hat durch die dem Eiſe eigene Ausdehnung die ſtärkſten Steine zertheilen können. 3.) Das Waſſer, das durch eine anfangs ſehr kleine Ritze fortrieſelt, erweitert dieſe nach und nach immer mehr. 4.) Endlich, da wir wiſſen, daß oft ganze Berge ſinken; ſo läßt ſich auch leicht ſo eine Ritze denken, alsbald man annimmt, daß der Berg auf einer Seite aus was immer für einer Urſache zu ſinken angefangen hat; und dieß mag wohl vielleicht die Urſache derjenigen Ritzen ſeyn, deren Wände aufeinander paßen (§. vorg. n. 5.)

§. 494.

Fernere Beobachtungen über dieſe Bergadern.

1.) Nur in dieſen Klüften, oder weit fortreichenden Gängen trifft man Metalle, und Minern, d. i. in andere Körper (als Schwefel, Arſenik ꝛc.) eingewickelte Metalltheilchen an. 2.) Der Zuſtand, in dem dieſe Metalltheilchen gefunden werden, iſt ſehr verſchieden. a.) Bald ſind ſie ſchon **gediegen**, d. i. in größerer Menge vereinigt vorhanden; und haben ſchon die Geſtalt eines Metalles. b.) Bald **verlarvet**; wo ſie ſo leicht nicht kenntlich, ſondern mit andern Körpern verbunden ſind, zur wirklichen Gewinnung deſſelben wird aber mehr nicht erfodert, als daß es von ſeinen mitverbundenen ungleichartigen Theilen durch das Feuer, oder auf was immer für eine Art abgeſöndert werde. c.) Gemeiniglich aber ſind die Metalltheilchen nicht nur mit fremden Körpern auf das engſte verbunden; ſondern man muß ihnen auch, um wirkliches Metall zu gewinnen, brennliches Weſen beyſetzen; und das iſt eigentlich das **vermineraliſirte** Metall.

Metall. 3.) Die reichhaltigern Minern, beſonders vom Golde und Kupfer ſind in der Höhe, und nahe an der Oberfläche des Berges, und ſtreichen ſelten tiefer als 40, 50, höchſtens 60 Klafter tief in die Erde; die Silber- und Bley-Minern hingegen ſenken ſich tiefer. 4.) In der nämlichen Miner trifft man faſt allemal Gold, Silber, Bley, Kupfer, und Eiſen an. 5.) Wo ſich Aerzadern am Tage endigen, da ſieht man gemeiniglich alles verbrannt; beſonders, wenn dieſe Adern an Schwefel, Arſenik und Eiſentheilchen reicher ſind.

I. **Dieſe Minern ſind nicht vom Anfange in die Berge geſchaffen worden;** denn die Mittelberge ſowohl, als ihre Adern ſind erſt durch die Zeit entſtanden (§. 488. I. II.).

II. Es ſind daher **entweder ſchon die Metalltheilchen ſelbſt, oder nur ihre weſentlichen Beſtandtheile** (§. 490. III.) mit den andern mitverbundenen Aerzſubſtanzen von einem flüßigen Körper in die Bergklüften hingeführt, und im erſten Falle die Metalltheilchen mit den übrigen Subſtanzen, z. B. Schwefel ꝛc. im Aerze; im zweyten Falle aber die Beſtandtheile erſt in Metalltheilchen vereiniget worden. Beydes iſt möglich; die Wirklichkeit des Einen vor dem Andern läßt ſich allgemein nicht beſtimmen; oder warum ſollten nicht auch die kleinſten Metalltheilchen auf eben die Weiſe, wie die koſtbaren Steine entſtehen können (§. 487. V.)?

III. **Die Gegenwart dieſes oder jenen Metalles**

vor

vor einem andern in den Bergen muß ſodenn durch eine von dieſen beyden Urſachen ſo erkläret werden, daß man ſagt, es ſeyen gerade die Theilchen von dieſem Metalle von dem Waſſer ꝛc. in die Klüften hingeführt worden, oder es ſeye gerade zu dieſem Metalle die erforderliche Proportion und Auflöſung der Erde, des brennlichen, und des alkaliſchen Weſens vorhanden geweſen.

* Es müßte ſich alſo auf dieſe Weiſe auch Gold und Silber durch die Kunſt machen laſſen? — Wenn die Rede von der abſoluten Möglichkeit iſt, ſo wird man es wohl hart verneinen können; aber die Wirklichkeit dergleichen glücklichen Verſuche wird uns Niemand ſo geſchwind glauben machen wollen. Die meiſten Alchymiſten ſind wahrſcheinlicher Weiſe noch allezeit Betrüger, oder elende Betrogene geweſen. Man ſehe hierüber Stattlers Phyſic. P. II. Sect. IV. Cap. V. Art. V.

Ueber die Metalle verdienet vorzüglich geleſen zu werden des Johann Joachim Lange Einleitung zur Mineralogia metallurgica.

** Die Art und Weiſe die Metalle zu ſcheiden, und zu prüfen, iſt der Gegenſtand des Chymikers. Hier kömmt nur noch ein anderer wichtiger Gegenſtand für die Mineralogie, die Natur und die ganz beſondern Eigenſchaften des Magnetes, als eines Mittelkörpers, oder vielmehr einer Zuſammenſeẓung von Metall, und Steine zu erklären vor.

Vom Magnete.

Der Magnet hat die Köpfe der größten Phyſiker ermüdet.

müdet. Wie viel unternahm nicht mit dieſem hartnäckigen Steine, (damit ich einen ſtatt aller nenne) der unermüdete **van Muſchenbröck**? — Wie ſinnreich dachte nicht **Euler** davon? ꝛc. ꝛc. — Beynahe möchte man's einem zur Vermeſſenheit rechnen, ſeine Natur beſtimmen, oder den hinreichenden Grund ſeiner wunderbaren Wirkungen angeben wollen. Allein auch die mühſamſten Entwickelungen der verborgenſten Wahrheiten ſind doch oft durch die Zeit endlich zur Reife gekommen; wie viele Geheimniße hat die Vernunft, die ſich genau an den ſichern Leitfaden, die Erfahrung, hielt, der Natur nicht ſchon abgenöthiget? — Ich wagte es auf dieſem Wege eine Erklärung von der Natur des Magnetes, und ſeiner Kraft feſtzuſetzen, und das Reſultat einer genauen, unparteiſchen Unterſuchung beſtärkt mich auf der alten Bemerkung: **wie oft eine Kleinigkeit die gröſten Schwierigkeiten hebe, und wie oft der ſchärfſte Beobachtungsgeiſt erfordert werde, um dieſe wichtige Kleinigkeit zu bemerken.**

Von der Natur des Magnetes überhaupt.

§. 495.

Verſuche über die Natur des Magnetes. 1.) Es giebt **natürliche**, die man ſchon aus der Erde gräbt, und **künſtliche** Magnete, die man aus Eiſen, und Stahle verfertiget. 2.) Jeder Magnet hat zween Pole, davon der Eine, wenn der Magnet beweglich, und ſich ſelbſt überlaſſen iſt, allemal gegen Norden, und der andere allemal gegen Süden zu ſtehet; daher ſie auch die Namen der **nördliche**, und **ſüdliche** Pol erhalten. 3.) Gleichnämige Pole von

zwey=

zweenen Magneten fliehen ſich einander; die ungleichnämigen ziehen ſich an. 4.) Das Eiſen wird von beyden Polen angezogen; 5.) ſelbſt auch der natürliche Magnet, den man vorher zu Pulver geſtoßen hat, wird von beyden Polen angezogen.

I. **Der Magnet iſt von dem Eiſen in Hinſicht** auf das Anziehen **dadurch unterſchieden**, daß das Eiſen von beyden Polen, der Magnet aber nur von einem Pole eines andern Magnetes angezogen, von dem andern hingegen zurückgetrieben wird.

II. **Der natürliche Magnet verliert durch das Zerſtoßen ſeine magnetiſche Kraft** (n. 5.), und wird vom Eiſen nimmermehr, wohl aber von beyden Polen des natürlichen ſowohl, als künſtlichen Magnetes, wie ein anderes Eiſen gezogen. Er muß alſo in dieſem Zuſtande nicht anderſt, als ein mineraliſches Eiſen betrachtet werden.

§. 496.

Fernere Verſuche mit dem Magnete, und Eiſenfeilſpänen. 1.) Ich legte Eiſenfeilſpäne auf Papier-Metall-Kupfer-Zinn-Bley-Glasplatten, auf Holz, Stein, Porzellain ꝛc., und fuhr mit einem magnetiſirten Stahle ſenkrecht darunter: ſogleich erhoben ſich dieſe Feilſpäne, und verlängerten ſich, indem mehrere kleine Theilchen nach der Länge zuſammentratten. 2.) Als ich das magnetiſche Stäbchen fortrückte, legten ſich alle Eiſenſpäne nach einer und der nämlichen Richtung ſo um, daß die unterſten Theile, die vorher das Glas ꝛc. berührten, nach der Richtung hinzielten, dahin ich

ich den Magnet bewegte. 3.) Fuhr ich mit dem entgegengeſetz⸗ten Pole des Magnetes ſenkrecht wieder darunter: ſo gieng im erſten Augenblike eine neue Aenderung vor, die ich aber ihrer Geſchwindigkeit halber, nicht wohl unterſcheiden konnte. Nach dieſer Aenderung ſtanden ſie, wie vorhin wieder auf⸗recht, und legten ſich, wenn ich das Stäbchen fortrückte, wieder um (n. 2.). 4.) Um die neue bisher noch zweifel⸗hafte Aenderung näher zu beſtimmen, beobachtete ich einen einzelnen, von den übrigen abgeſönderten Theil öfters ſehr aufmerkſam; ſtellte den Nordpol des Magnetes darunter, und bemerkte die Spitze mit der dieſes Eiſentheilchen auf dem Glaſe, und zunächſt an dem Magnete ſtand; und als ich den Pol wechſelte, ward auch das Eiſentheilchen umgekehrt, und die Spitze, die vorher das Glas berührte, hatte ſich davon abgewandt, und die vorhin abgewandte hieng nun an dem Glaſe gegen den Magnet. 5.) Alles dieſes geſchah auf glei⸗che Weiſe, da ich mich ſtatt der Eiſenfeilſpänen des in ganz kleine Theile zerſtoſſenen Magnetsſteines bediente.

I. **Nicht iede Extremität eines Eiſentheilchens wird von dem nämlichen Pole des Magnetes gleich ſtark angezogen;** ia ſogar, indem die Extremität a von dem Nordpole angezogen wird, flieht die Extremität b von demſelben; umgekehrt gilt dieß hernach vom Südpole. Es iſt alſo außer allem Zweifel, daß ieder Pol nur die eine Ex⸗tremität eines Eiſentheilchens anziehe.

II. Und dieſes iſt auch von allen übrigen Eiſentheil⸗chen (n. 3.) zu verſtehen; denn ſie hatten alle eine gleiche Richtung in ihrer Lage.

III. Auch

III. Auch die Extremitäten der kleinſten Theilchen vom zerſtoßenen Magnete werden nicht gleich ſtark von beyden Polen ſondern die eine vom Nordpole, die andere vom Südpole ſtärker angezogen.

§. 497.

Ich verſuchte es ferner die Wirkung einer Magnetnadel auf die Eiſenfeilſpäne zu bemerken: Jeder Pol bewegte ſich gegen dieſelben, wenn ich ſie ſo vermiſcht, wie ſie untereinander lagen, zu ihm hinhielt. 2.) Ich gab aber mit dem Nordpole meines magnetiſchen Stahles allen Eiſenſpänen eine gleiche Richtung (nach §. vorg. n. 2.), und nun fand ich, daß diejenigen Extremitäten der Feilſpäne, die von dem Nordpole meines Stahles angezogen wurden, den Südpol der Magnetnadel zurückſtießen; den Nordpol hingegen anzogen. Eben ſo ſtießen die anderen Extremitäten der Feilſpäne, die den Nordpol des magnetiſchen Stahles flohen, den Nordpol der Magnetnadel zurück, und zohen den Südpol an. 3.) Da ich ferner das magnetiſche Stäbchen umkehrte, und mich im Durchfahren unter den Feilſpänen des Südpoles ſtatt des Nordpoles bediente; ſo ſtießen die vom Südpole des Stahles angezogenen Extremitäten der Späne den Nordpol der Nadel zurück, und zohen den Südpol derſelben an, und ſo umgekehrt die vom Südpole des Stäbchens zurückgeſtoßenen Extremitäten ꝛc. ꝛc. 4.) Benimmt man den Eiſentheilchen die gegebenen Richtungen durch Untereinandermiſchen wieder, ſo werden ſie auch wieder von beyden Polen der Magnetnadel angezogen. 5.) Alles das erfuhr ich auch, wenn ich ſtatt der Feilſpäne zerſtoßenen Magnetſtein auf das Glas ſtreute.

I. Dieſe

I. Dieſe Eiſenfeilſpäne äußerten alſo, nachdem ich durch das magnetiſche Stäbchen allen eine gleiche Richtung gegeben hatte, eine wahrhaft magnetiſche Kraft; denn ſie hatten gleichſam zween Pole, davon der eine den Südpol der Magnetnadel anzog, und den Nordpol zurückſtieß; der andere aber den Nordpol anzog 2c. (§. 495. I.)

II. Der hinlängliche Grund dieſer magnetiſchen Kraft liegt bloß in der Richtung, die allen dieſen Eiſentheilchen gemein, und eine Folge vom Anziehen des magnetiſchen Stahles iſt; denn bevor ſie dieſe Richtung hatten, und nachdem man ſie ihnen benommen hatte (n. 1. und n. 4.), äußerten ſich nur Wirkungen des Eiſens an den Feilſpänen; in dieſer Richtung aber hatten ſie die Eigenſchaften des Magnetes (n. 2.), und zwar verſchieden nach Verſchiedenheit ihrer Lage, obgleich unter ſich allemal in nämlicher Ordnung (n. 3.).

III. Die Lage der Eiſenſpänen aber ſelbſt mußte durch den Pol des magnetiſchen Stäbchens beſtimmt werden; denn ieder Pol zieht eine andere Extremität der Eiſentheilchen ſtärker an (496. I. II.), und wird dieienige allemal gegen ſich richten, die er ſtärker anzieht.

§. 498.

Ich verſuchte es endlich, die Feilſpäne in eben der Lage, in der ſie magnetiſch waren, feſt zu machen, und auf dieſe Weiſe einen künſtlichen Magnet zu verſertigen.

Ich drückte ſie in der beſagten Richtung in ein Wachs, und durch dieß wiederholte Eindrücken füllte ich das Wachs immer mit mehrern, und mehrern Feilſpänen an, welche aber alle die nämliche Lage hatten, und fand mit Vergnügen, daß eben dieſes mit Feilſpänen auf die beſchriebene Weiſe verbundene Wachs in der That die Eigenſchaften eines Magnetes hatte. Es hatte ſeinen Nord und Südpol, und behält ihn noch immer. 2.) In dem natürlichen Magnete entdecket die Chemie nichts, als Eiſen, und Erdtheile. Muſchenbröck verband mit dieſen Eiſen und Erdtheilen verſchiedene Salze, und benahm ihnen dadurch ihren Magnetiſmus, den ſie aber ſogleich wieder erhielten, ſobald dieſe Salze zerſtöret, und die vorige Verbindung und Lage der Theile, wieder hergeſtellt wurde.

* Auf dieſen Gedanken, Magnet zu machen, hat mich H. Ingenhouz gebracht, der einige meiner Freunde, da ich eben verreiſet war, beſuchet und erzählet hat, daß Er einen ſchneidbaren Magnet verfertige. Er überſchickte wirklich dergleichen einen an unſern H. Prof. Leveling, den ich zwar beſichtigen, und zu einigen Verſuchen mit der Magnetnadel gebrauchen konnte; es war mir aber nicht geſtattet, ihn zu ſchmelzen, oder andere Unterſuchungen darüber anzuſtellen. Es mag wohl ſeyn, daß er auf eine ähnliche Art mit dem meinigen verfertiget werde.

I. Die anziehende und zurücktreibende Kraft im Magnete muß nothwendig den Eiſentheilchen, die mit dem Steine verbunden ſind, zugeſchrieben werden;

den; dann dieſe Eiſentheile finden ſich im Magnete vor (n. 2.): ſie haben dieſe Kräfte (§. 496. I. II. 497. I.); in dem Steine, und den Erdtheilen läßt ſich nichts davon bemerken.

II. Es ſcheint beynahe nimmer zweifelhaft zu ſeyn; daß die Eiſentheilchen, welche die Beſtandtheile des natürlichen Magnetſteines mit ausmachen, ihre magnetiſche Kraft nur ſo lange beybehalten, als ſie in dem Steine mit einer beſtimmten Richtung figirt ſind, und die gleich anziehenden Extremitäten derſelben nach der nämlichen Richtung hinſtehen (§. 497. n. 5. und II.).

III. Eiſen und Magnet unterſcheiden ſich alſo bloß dadurch, daß in dieſem die Theile nach einer gewiſſen Richtung hinſtehen, in ienem aber vermiſcht untereinander verbunden ſind (§. 496. §. 497. n. 1. 2. 4. 5.).

IV. Ja ſogar iedes Eiſentheilchen ſcheint ein kleiner Magnet zu ſeyn (496. I.), das nur deßwegen keine merkliche Wirkung hervorbringt, weil es einzeln, und folglich zu ſchwach wirkt.

* So richtig dieſe Folgen auch immer fließen; ſo wollte mich doch noch ein Zweifel anwandeln: ob dieſe verſchiedene Kräfte den Extremitäten der Eiſentheilchen ſchon von Natur aus eigen wären, oder ob ſie dieſelben etwa erſt durch den Magnet erhielten, mit dem ich in den vorhergehenden Verſuchen unter den Eiſenfeilſpänen durchfuhr. Ich wollte mich vollkomnen beruhigen, und legte zu dem

Ende ein Papier auf ein magnetiſches Stäbchen, ſtreu⸗te Eiſenfeilſpäne, auch in einer Entfernung von 4 — 5 Zollen von dem Magnete, darauf, und erſchütterte es gelinde; ſogleich erhielten alle Eiſenfeilſpäne eine be⸗ſtimmte, und ordentliche Richtung (ſiehe unten §. 501.). Ich fuhr mit dem Nordpole eines andern magnetiſchen Stäbchens gegen die Feilſpäne hin, die von dem Nord⸗pole des unter dem Papiere liegenden Magnetſtäbchens mehr als 3 — 4 Zolle entfernet waren; das magnetiſche Stäbchen in meiner Hand war noch einen ganzen Zoll von den Eiſenfeilſpänen entfernt, und ſchon erhoben ſich dieſe alle gegen daſſelbe mit derienigen Extremität, die gegen den Nordpol des Magnets unterm Papiere zu ſtand. Ich kehrte ſodann das Stäbchen in der Hand um, und näherte den Südpol auf die vorige Weiſe gegen die nämlichen Eiſenfeilſpäne, und ſah, daß ſich nun nicht mehr die vorigen Extremitäten, ſon⸗dern die entgegengeſetzten, die vom Nordpole des lie⸗genden Magnetes weg gerichtet waren, gegen den Süd⸗pol meines Magnetes erhoben. Das nämliche zeigte ſich auch, als ich nach und nach über alle Eiſenfeil⸗ſpäne mit dem Magnetſtäbchen herumfuhr, welche ſich um den Magnet in dieienige Ordnung gerichtet hatten, welche in der II. Fig. dieſes Theiles Tab. I. gezeichnet iſt. Ich ward alſo vollkommen überzeugt, daß die Eiſentheilchen ſchon von Natur aus andere Kräfte an der einen und wieder andere an der andern Extremität haben; denn wie ſollten die Eiſenfeilſpäne durch den Magnet Kräften erhalten, von dem ſie 4 Zolle ent⸗fernet ſind.

V. Hier⸗

V. Hieraus begreift man, **warum ein eiſern**, oder **ſtählernes Züngelchen, das man mit Magnet ſtreichet, gleichfalls magnetiſch werde**; nämlich der Pol z. B. der nördliche von dem Magnet zieht iene Extremitäten der Eiſentheilchen in dem Züngelchen, die er berührt, und ſtärker zieht, d. i. die ſüdlichen nach ſich her, und bringt ſie in eine gleiche, und einförmige Lage: wodurch das Züngelchen nothwendig die zween verſchiedene Pole erhalten muß, da alle ſüdlichen und folglich auch alle nördlichen Extremitäten der Theilchen, aus denen das Zünglein beſtehet, gleiche Richtung haben.

* Die Weiſe, eine Nadel magnetiſch zu machen, beſchreibt H. Hell (a) ſehr genau. Man hat in dieſer Arbeit hauptſächlich darauf zu ſehen, daß man auf demienigen Theile, der gegen Norden ſtehen ſoll, mit dem ſüdlichen Pol des Magnetes aus der Mitte gegen die Spitze zufahre; und ſo umgekehrt vom Südpole ꝛc.

VI. Eben das hebt auch die Schwierigkeit, welche einige darinne zu finden glauben, **daß der Magnet**, mit dem man unzählig viele ſolche Eiſenſtängelchen ꝛc. ſtreichet, **nichts von ſeiner Kraft verliere** (b); denn auch ein noch ſo oft wiederholtes Streichen kann den Eiſentheilchen des Magnetes keine andere Lage geben, vielmehr müßten mehrere dadurch in die magnetiſche Lage gebracht werden.

(a) Anleitung zum nützlichen Gebrauch der künſtlichen Stahlmagneten. Wien 1762. Seite 44.

(b) Muſchenbroeck Diſſ. phyſ. experim. de *Magnete.* Experimento XXXVIII.

VII. Einem breitern Eiſen kann darum nur eine ſchwächere Kraft mitgetheilt werden (a), weil ſich bey dem Streichen auch die Theile von den Seiten her gegen den Magnet wenden; folglich die gleichartigen Extremitäten nicht nach der Länge des Eiſens hinſtehen können.

VIII. Der größere oder kleinere Grad der Kraft in einem Magnete wird durch die Vielheit der nach der nämlichen Richtung liegenden Eiſentheilchen beſtimmt.

IX. Dieß mag wohl auch die Urſache ſeyn, warum man dem Eiſen oder Stahle eine größere Kraft durch Kunſt geben kann, als ſelbſt oft der natürliche Magnet nicht beſitzt; denn in einem Stücke Eiſens, ſind allemal mehrere Eiſentheilchen, als in einem gleich großen Stücke des natürlichen Magnetes enthalten; wenn man alſo auch mehrern die gehörige Richtung in dem Eiſen geben kann, ſo entſtehen mehrere kleine (IV.) Magnete, d. i. eine größere Kraft ꝛc.

X. Die magnetiſche Kraft ſitzt vorzüglich nur in den äußerſten Theilen des magnetiſchen Körpers; es ſey dieſer nun ein natürlicher, oder künſtlicher Magnet; denn die gleichartigen Extremitäten können nur an dieſen äußerſten Theilen ſo wirken, daß ihre Kraft von andern Eiſentheilchen nicht unwirkſamer gemacht wird. Man ſetze, daß in ſo einem Magnete zwey Eiſentheilchen a und b nach der

(a) eben dort Experim. XXXI. n. 4.

der Länge zuſammenhangen. Die nördliche Extremität des Theilchen b hat eine zurückſtoſſende, und die ſüdliche des Theilchen a eine anziehende Kraft, beyde können ſich einander elidiren, und die Wirkung zum wenigſten ſchwächer machen; dieſe Urſache hat aber an dem äußerſten Theile des Magnetes nicht Statt.

XI. Es iſt endlich aus dieſem leicht zu begreifen, warum ein Magnetzüngelchen ſeine magnetiſche Kraft durch die Hitze, oder das Glühen verliere; die Wärme nämlich oder die Bewegung der Eiſentheilchen (§. 251.) ändert nothwendig die vorige Lage eben dieſer Theilchen und macht aus Magnet abermal Eiſen oder Stahl.

§. 499.

Fernere Verſuche. 1.) Ich ließ mir eine Magnetnadel richten, die ſich, bevor ſie mit Magnet geſtrichen ward, wegen dem vollkommenen Gleichgewichte in der horizontalen Richtung erhielt. Nachdem ich dieſe Nadel auf die gewöhnliche Weiſe und nach der Anleitung des H. Hell (vorg. §. V. Anmerk.) mit Magnet geſtrichen hatte, wand ſie ſich nicht nur gleich nach Norden hin, ſondern der Nordpol neigte ſich auch ſehr ſtark, ſo, daß er mit der horizontalen Fläche einen Winkel von mehr, denn 60 ° machte (P. IV. Tab. I. Fig. I.). Ich hielt ein eiſern Stängelchen, von 2‴ im Durchſchnitte, und $2\frac{1}{2}$′ in der Länge, mit dieſer Nadel parallel, und ſchlug an daſſelbe anfangs mit der Hand, bey den übrigen Verſuchen aber auch mit eiſernen oder hölzernen Hämmern. Das Stängelchen ward nach dieſen Schlägen vollkommen

 magne-

magnetiſch. 2.) Wenn ich die Schläge nach der nämlichen Richtung wiederholte, nahm die magnetiſche Kraft zu. 3.) Ich kehrte das Stängelchen um, hielt es wieder mit der Magnetnadel parallel, und ſchlug wiederholtermaſſen an daſſelbe. Das Stängelchen ward auch itzt magnetiſch befunden; doch waren die Pole verwechſelt, und die Extremität des Stängelchens, welche vorher den Nordpol anzog, ſtieß ihn nun zurück, und zog den Südpol an, den ſie vorher zurückgeſtoßen hatte rc. 4.) Hielt ich mein Stängelchen nimmer mit der Magnetnadel parallel, ſondern in einer horizontalen Richtung, die mit der Magnetnadel einen rechten Winkel machte, und ſchlug mit dem Hammer öfter an daſſelbe, oder auch, wenn ich es in der horizontalen Lage auf den Boden niederfallen ließ, um es mit einemmale mächtiger zu erſchüttern, ſo war alle magnetiſche Kraft dahin, und das Stängelchen wurde von beyden Polen, wie ein anderes Eiſen angezogen.

* Auf die Richtung, mit der man an das Stängelchen hinſchlägt, kömmt eben nichts an; doch muß die mit der Magnetnadel parallele Richtung des Stängelchens ſelbſt genau beobachtet werden, und das ſchon magnetiſche Stängelchen verliert ſeinen Magnetiſmus, ſobald ich es horizontal halte, und an daſſelbe ſchlage. Dieſe Verſuche ſind eben nicht neu, ich ſah ſie ſchon vor ungefähr 9 Jahren von H. Prof. Reichenberger machen, und wiederholte ſie ſeither ſehr oft, um doch endlich einen Grund davon zu entdecken, oder eine Folge daraus ziehen zu können.

I. Durch

I. Durch die Schläge an und für ſich alleine kann in dem Stängelchen keine andere Veränderung vorgehen, als daß die Eiſentheilchen alle insgeſammt in eine Bewegung verſetzet, und dadurch eine iede Richtung vor einer andern anzunehmen geſchickt gemacht werden, ſobald eine Urſache dazu kömmt, die dieſe Richtung beſtimmt; denn da die Theilchen durch den Schlag erſchüttert werden, und ihr Zuſammenhang durch die Erſchütterung ſehr geſchwächet wird, laſſen ſie ſich leicht in eine andere Lage bringen.

II. Es muß nothwendig, und immerdar die eine Extremität eines iedweden Eiſentheilchen ſtärker gegen Norden, und die andere ſtärker gegen Süden gezogen werden; an der Magnetnadel (n. 1.), und an dem natürlichen ſowohl, als an dem künſtlichen Magnete, wenn er ſich ſelbſt überlaſſen iſt, läßt ſich das immer beobachten, nun aber alle Eiſentheilchen ſind ſo viele kleine Magnete (§. 498. IV.).

III. Da nun die Eiſentheilchen in dem geſchlagenen Stängelchen in Bewegung, und zu ieder Richtung geſchickt ſind (I.), und die eine Extremität eines ieden Eiſentheilchens ſtärker gegen Norden, die andere aber gegen Süden gezogen wird (II.): ſo müſſen dieienigen Theile, welche gegen Norden gehalten werden, nothwendig einen nördlichen, und die andern einen ſüdlichen Pol erhalten, und das ganze Stängelchen magnetiſch werden.

IV. Dieſes alles giebt uns nun die Erklärung vieler Verſuche an die Hand, die uns beynahe unerklärbar ſcheinen könnten, und es wirklich vielen geſchienen haben. 1.) Ein eiſerner Drat, den man nach langem hin und her Biegen endlich gebrochen hat, iſt an den Bruchsextremitäten magnetiſch (a); denn die Eiſentheilchen werden an dieſen Extremitäten durch das hin und her Biegen nach und nach in eine Bewegung verſetzt, und mehrere derſelben in eine gleichförmige Lage gebracht. 2.) Wenn man einen magnetiſirten Drat in der Mitte zerſpaltet: ſo erhalten die beyden äußerſten Theile, die vorher den Nordpol ausmachten, entgegengeſetzte Kräften, ſo, daß ein Theil davon ein Südpol wird (b); denn auch durch das Spalten werden die Eiſentheilchen bewegt, und weil ſich am Ende des Spaltens vor der gänzlichen Trennung die gleichnamigen Pole entgegen wirken (§. 494. 3.): ſo müſſen in dem einen Stücke des Drates die Eiſentheilchen nothwendig umgewandt werden, wenn ſich die entgegenwirkende Kräfte im Geringſten ungleich ſind. 3.) Ein magnetiſcher Drat, der durch kleinere Oeffnungen gezwungen immer mehr und mehr geſtrecket wird, verliert nicht das Geringſte von ſeiner magnetiſchen Kraft (c); denn die Lage der Theilchen wird dadurch nach der Länge nicht abgeändert; ſondern blos der Durchmeſſer vermindert; es müſſen die Theilchen

(a) Muſchenbr. in der obigen Abh. Exper. CXXXIX-CXLVIII.

(b) Eben dort Exper. CXXI.

(c) Eben dort Exp. CXXVII.

chen durch das Reiben in der Oeffnung vielmehr ſelbſt in eine Bewegung gerathen, und ſich häufiger in die magnetiſche Lage richten. 4.) **Ein erhitztes eiſernes Stängelchen** oder auch nur ein Drat wird, wenn man es in dem magnetiſchen Meridian haltet, magnetiſch; denn auch hier ſind die erhitzten Eiſentheilchen in Bewegung, und werden alle auf beyden Extremitäten nach den Pol gezogen, gegen welchen die Extremität gerichtet iſt. 5.) Eine **eiſerne Stange**, die **in einer Mauer, in einem Brette,** oder auch **nur in freyer Luft ſtäts die nämliche Richtung behält**, muß aus der nämlichen Urſache nach mehrern Jahren eine magnetiſche Kraft erhalten; wie viele Aenderungen müſſen nicht in ſo einer Stange durch Wärme, Kälte, Feuchtigkeit, Erſchütterung, anfangende Verwitterung u. ſ. f. vorgehen? Da nun die Theilchen immer nach der nämlichen Richtung gezogen werden: ſo müſſen ſich nach und nach immer mehrere an beyden Extremitäten gegen Süden und Norden wenden.

* Die Erklärung dieſer wenigen Verſuche mag wohl auch auf andere manchmal widerſprechend ſcheinende Erfahrungen von dem Magnete (a) Licht verbreiten, wenn man nur die allgemeinen Gründe wohl anzuwenden weiß, und auf alle Umſtände, die den Verſuch begleiten, ein aufmerkſames Auge richtet. 2.) Vielleicht mag hierinn auch ein Grund desienigen Geheimniſſes, den Stahl zu magnetiſiren, ſchon enthalten ſeyn, welches

---

(a) ſieh die Verſuche Mem. Acad. roy. Pariſ. a. 1728. 1730. &c.

welches die Engelländer, und bey uns in Deutſchland H. Ganſer zu Wien unter Anführung des H. Hell, zu Augsburg H. **Brandtner** beſitzt, und ſchon vor dieſem ein ungenannter **Schweizer** zu Baſel benützet hat. Der Stahl wird magnetiſch, wenn er in der beſagten Richtung gegen die Pole erhitzet, geſchmiedet, geſchliffen, abgekühlet, und zum Erhärten eingeſetzt wird. Sein Magnetiſmus nimmt zu, wenn man an dieſes Stäbchen, das eben in der Arbeit iſt, ein anderes, oder mehrere ſchon magnetiſirte Stäbchen in der gehörigen Richtung hinzuhält, um den weichen Eiſentheilen die nöthige Lage zu verſchaffen; denn hier wirket nicht nur die allgemeine, magnetiſche, ſondern auch noch die dieſen Stäbchen eigene Kraft auf die im erhitzten Stäbchen bewegten Eiſentheilchen, und darum werden auch mehrere eine gleichförmige Richtung bekommen. Ich habe mir auf dieſe Weiſe wirklich ſo ein Stäbchen verfertigen laſſen, und ſeine Kräfte ſo ziemlich groß gefunden; doch gebe ich es gerne zu, daß man vielleicht noch viele hiezu dienlichen Vortheile theils ſchon ausgedacht hat, oder wohl noch ausfindig machen könne.

** Bis hieher alſo beſtimmten wir die Beſtandtheile des Magnetes, und zeigten, daß die eine Extremität der Eiſentheilchen vom nämlichen Pole angezogen, die andere zurückgeſtoßen werde. Allein was iſt dieſe anziehende Kraft, und wie wirket ſie? —

Von

Von der Natur der anziehenden und zurücktreibenden Kraft des Magnetes inſonderheit.

§. 500.

Verſuche über die Entfernungen, in denen ſich ſowohl die anziehende, als zurücktreibende Kraft äußert. 1.) Die ungleichnamigen Pole zweener Magnete ziehen ſich ſchon in einem ziemlich großen Abſtande einander an, und die gleichnamigen ſtoßen ſich eben ſo zurück. Muſchenbroeck hat dieſen Abſtand in beyden Fällen ſehr genau beſtimmt (a). 2.) Sowohl die anziehende, als die zurückſtoßende Kraft nimmt mit der Entfernung ab; ob ſich gleich davon kein allgemeines Verhältniß feſtſetzen läßt (b). 3.) Eben ſo, und wohl noch mächtiger äußert ſich auch die anziehende Kraft des Magnetes auf das Eiſen und zwar von beyden Polen ſchon in einiger Entfernung, ob dieſe gleich nicht ſo groß iſt, als iene, in der zweene Magnete aufeinander wirken (c). 4.) Dieſes Anziehen und Zurückſtoßen wird durch keine Zwiſchenkörper ſehr merklich gehindert, von welcher Art dieſe auch immer ſeyn mögen (d).

I. Dieſe Wirkungen ſetzen eines von beyden zum voraus: entweder, daß ein Magnet auf den andern, und

---

(a) In der ſchon oft angerühmten Abhandlung vom Magnet. Experim. I - XV.

(b) Experim. I. II. III. &c. und XVII. XIX. XX.

(c) Eben dort Experim. XVI. - XXII.

(d) Exper. XXIV. XXV.

und auf das Eiſen unmittelbar in die beſagte Entfernung wirke, oder daß zwiſchen denſelben ein Mittelkörper, eine Atmoſphäre ſey, auf die ſie unmittelbar, und durch die ſie mittelbar auf einander wirken (n. 1. 2. 3.).

II. Dieſer Mittelkörper oder dieſe Atmoſphäre müßte ſo fein ſeyn, daß ſie ohne Hinderniß durch alle andere Körper, Metalle ꝛc. dringen könnte (n. 4.)

III. Die Atmoſphäre des Nordpols müßte anders, als iene des Südpols, und die Atmoſphäre des Eiſens wieder anders, als alle dieſe beyden beſchaffen ſeyn; denn die Atmoſphären von gleichnamigen Polen müßten ſich zurückſtoßen, die ungleichnamigen ſich anziehen, die Atmoſphäre des Eiſens aber von beyder Polen Atmoſphären angezogen werden, welche Verſchiedenheit in durchaus gleichartigen Atmoſphären ſich nicht äußern kann.

IV. Ob wir nun eine unmittelbare, oder eine mittelbare Wirkung annehmen wollen: ſo müſſen ſich daraus alle Phönomenen erklären, oder doch wenigſtens kein deutlich widerſprechendes aufbringen laſſen.

* Ich glaube bis hieher nichts behauptet zu haben, was ſich nicht auf richtige Verſuche gründet, auf Verſuche, die ich alle mit möglicher Genauigkeit ſelbſt angeſtellt, und öfters wiederholet habe. Ich will nun auch die nähere Beſtimmung der magnetiſchen Atmoſphäre verſuchen, und ſodann erſt entſcheiden, ob ſich die Sache richtiger aus ferne wirkenden Kräften, oder aus dieſer phyſiſch berührenden Atmoſphäre erklären laſſe.

§. 501.

§. 501.

Fernere Verſuche mit dem magnetiſchen Stahle, und Eiſenfeilſpänen. I. Ich legte auf einen vollkommen horizontalen Tiſch ein magnetiſches ſtählernes Stäbchen, und über dieſes eine ebene Glasplatte, auf die ich durch ein feines Sieb Eiſenfeilſpäne ſehr dünn ſtreuete. Dieſe Feilſpäne ſchienen ſchon im Auffallen eine gewiſſe Figur zu erhalten; da ich aber die Glasplatte ſanft ſchütterte, richteten ſie ſich in die Ordnung, in der ſie die II. Fig. Tab. I. P. IV. zeiget. II. Ich legte zwey Magnetſtäbchen in der Entfernung eines Zolles ſo nebeneinander unter das Glas, daß ihre ungleichnamigen Pole gegeneinander ſtunden, ſtreuete Feilſpäne auf, ſchütterte das Glas, und ſie erhielten die in der IIIten Figur ausgedrückte Ordnung. III. Da ich aber die beyden Nordpole der Stäbchen neben einander legte, erſchienen die Feilſpäne nach der IVten Fig.

§. 502.

Erklärung dieſer Erſcheinungen. I. Die Eiſenfeilſpäne werden von beyden Polen, iedoch die eine Extremität eines ieden Theilchens ſtärker vom Nordpole, als vom Südpole, und die andere ſtärker von dieſem, als vom Nordpole gezogen (§. 498. IV. 496. I. II. III.). Die Feilſpäne müſſen ſich alſo nach dieſen Richtungen hinbegeben, und mit der Extremität a nach Norden, mit b nach Süden liegen. Da ſich nun das Anziehen beyder Pole auch in die Ferne obgleich mit abnehmender Kraft erſtrecket: ſo bekommen nicht nur die nächſten, ſondern auch die entfernten Theilchen dieſe Richtung, beſonders da beyde Pole zugleich wirken, und ieder

ſeine Extremität anziehet. 2.) Die Feilſpäne hangen oft in einer ganzen Reihe aneinander, weil iedes Theilchen ein kleiner Magnet iſt (§. 498. IV.), deſſen Südpol den Nordpol des nächſtgelegenen Theilchens anzieht. 3.) Um die Pole herum liegen ſie ſenkrecht, weil ſie auch ſenkrecht von ihrem Pole angezogen werden; der entgegengeſetzte Pol aber wegen der zu großen Entfernung keine merkliche Aenderung in der ſenkrechten Richtung verurſachen kann. Die nächſten Theilchen an dem Pole richteten ſich ſogar auf, daß man alſo zwo ſenkrechte Richtungen verſchiedener Theilchen um den Pol beobachten konnte. 4.) Die von beyden Polen weiter entfernten Theilchen liegen in einer krummen elypſeförmigen Linie um die Mitte des magnetiſchen Stäbchens herum; denn ſie werden von beyden Polen gezogen; und zwar gleichſtark, wenn ſie von beyden gleichweit entfernet ſind, und hier müßten ſie mit dem Magnete parallel liegen; ſind ſie aber näher bey dieſem als bey ienem Pole, ſo müſſen ſie ſich dorthin neigen, wohin ſie wegen dem kleinern Abſtand ſtärker gezogen werden. 5.) Die Urſache endlich, warum die Späne a a in der Mitte ſich dem Stäbchen nicht mehr näherten, iſt der Widerſtand anderer dazwiſchen liegenden Theilchen; und auch dieß, daß das Anziehen von beyden Polen zwar ſtark genug iſt, den Eiſentheilchen eine Richtung zu geben; aber zu ſchwach, ſie von ihrer Stelle zu bewegen.

II. In dem **zweyten Verſuche** müſſen die Eiſentheilchen, welche zwiſchen beyde Stäbchen zu liegen kommen, nothwendig ſenkrecht ſtehen, weil die Extremität a ſo ſtark von dem Pole B, als die Extremität b von dem Pole A an-

gezo-

gezogen wird; folglich keine andere Richtung derſelben mög=lich iſt. 2.) Die ſeitwärts hingeſtreuten Theilchen müſſen ſich aus der ſchon vorher (I. n. 5.) gegebenen Urſache auch hier in eine krumme Linie richten.

III. Im **dritten Verſuche** weichen die Extremitäten der Feilſpäne, welche gegeneinander ſtehen ſollten, von der ſenkrechten Richtung ab, weil ſich die gleichnamigen Pole zurückſtoßen; hier ſtehen aber nicht nur die gleichnamigen Pole der Stäbchen ſondern auch der Eiſentheilchen gegeneinander; ihr Abweichen iſt alſo eine nothwendige Folge.

* Dieß ſetzet uns in den Stand, den Grund aller iener Erſcheinungen anzugeben, welche Muſchenbröck in ſeiner oft angezogenen Abhandlung ſehr genau beſchreibt (a). Nur eines muß ich von dieſen Erſcheinungen bemerken, daß ich zwar im Nachmachen ſeiner Verſuche alles ſo befunden habe, wie er es beſchreibt; iedoch mit der Ausnahme, daß ich ienen leeren Raum zwiſchen den Spänen, und dem Magnete, der um das Stäbchen in den Figuren des H. van Muſchenbröck gezeichnet iſt, niemal erhalten habe. Ich glaube, mit Recht vermuthen zu dörfen, Muſchenbröck habe das Papier ſo über das Magnetſtäbchen gelegt, daß es beyderſeits einen Abhang erhielt, über den die Eiſentheilchen durch ihre eigene Schwere hinunterrollten. Ich bediente mich ſtatt des Papieres an=

(a) Experim. CXVI — CXX.

ſangs einer Glasplatte; hernach aber ließ ich mir in einem Brettchen eine Tiefe aushöhlen, die das magnetiſche Stäbchen vollkommen einnahm, damit das darauf gelegte Papier ſeine Ebene völlig beybehalten konnte; in beyden Fällen aber lagen die Feilſpäne durchaus ohne leeren Zwiſchenraum an dem Stäbchen.

§. 503.

Nimmt man nun ferner an, **daß in unſerm Erdballe ein großer Magnetſtein** (er mag hernach ein einziges Stück ausmachen, oder in mehrere zertheilet ſeyn) **von Süden gegen Norden liege, deſſen iener Theil, der gegen Norden liegt, mit dem künſtlichen Südpole und der andere Theil mit dem künſtlichen Nordpole ähnliche Eigenſchaften hat;** 2.) **daß dieſer Magnet eine ſehr feine, weitausgebreitete, und auch durch die dichteſten Körper dringende, oder ſich wenigſt in ſelben aufhaltende Atmoſphäre habe, die übrigens mit den Eiſentheilchen gleiche Eigenſchaften hat: ſo nimmt man nicht nur nichts unwahrſcheinliches an; ſondern man kann dadurch auch alle magnetiſche Erſcheinungen hinlänglich erklären.** Die Gründe für die Wahrſcheinlichkeit dieſer Atmoſphäre ſind folgende:

Alle Körper haben ihre Atmoſphären, und dieſe Atmoſphären haben gemeiniglich mit den Körpern, die ſie umgeben, ähnliche Eigenſchaften; ſo hat der Duft und die Atmoſphäre

moſphäre der riechenden Körper eben den Geruch, den die Körper ſelbſt unmittelbar auf unſern Sinn äußern: Die Atmoſphäre wohl gereinigter, und leicht entzündbarer Geiſter, auch anderer brennlicher Körper läßt ſich ebenfalls leicht entzünden: Die Atmoſphäre des Waſſers ſind Waſſer⸗, des Weines Weintheile; ſogar die verſchiedenen Arten von Getreyde haben verſchiedene Atmoſphären untereinander: Die Atmoſphäre von Salzgebirgen iſt mit Salz, von Aerzgebirgen mit Aerze geſchwängert ꝛc. ꝛc. 2.) Wirklich befinden ſich Eiſentheilchen in dem Geblüte der Thiere, faſt in allen Pflanzen, Erdarten, Gewäſſern, und Steinen, auch die Edelgeſteine ſelbſt nicht ausgenommen. Bedenken wir dieſes alles: ſo kann es uns auf keine Art unwahrſcheinlich ſeyn, daß um den Magnet, der nichts anderes iſt, als eine Zuſammenſezung von Erde, und nach einer beſtimmten Richtung in der Erde figirter Eiſentheilchen (§. 498. II.) gleichfalls höchſt feine, und unmerklich kleine Eiſentheilchen eine Atmoſphäre geſtalten, welche nicht nur von ihren Polen nach den verſchiednen Richtungen angezogen werden, ſondern ſich auch ſelbſt einander nach dieſen Richtungen anziehen. Um mir dieſes etwas begreiflicher zu machen, ſiebte ich den Eiſenſtaub durch eine Leinwat. Er war ſo fein, daß ich einen einzelnen Theil kaum unterſcheiden konnte, und dennoch verbanden ſich auch dieſe kleinen Theilchen in längere Eiſentheilchen, die alle Eigenſchaften der größern hatten, ſobald ich mit dem Magnetſtäbchen unter der Platte, auf der ſie lagen, durchfuhr.

§. 504.

Aber auch die Erklärung der magnetiſchen Erſcheinungen hat, wenn man ſo eine Atmoſphäre vorausſetzet, gar keine Beſchwerniß. I. Von der Richtung der Magnetnadeln. Die Atmoſphäre des Magnetes, die man annimmt, daß ſie gleiche Eigenſchaften mit den Eiſentheilchen habe, muß ſich um den Magnet, der in der Erde liegt, eben ſo herum richten, wie die Feilſpäne, um das magnetiſche Stahlſtäbchen (Fig. II.): folglich müſſen ſich die kleinſten Eiſentheilchen, die die Atmoſphäre ausmachen, mit der einen Extremität gegen Norden, mit der andern gegen Süden wenden; je nachdem ſie von beyden Polen gezogen werden; die Theilchen aber ſelbſt untereinander ziehen ſich mit ihren ungleichnamigen Polen an, und hangen zuſammen. Wenn nun die Theilchen alle dieſe Richtung haben: ſo müſſen ſie durch ihr Anziehn auch die Magnetnadel in dieſelbe Richtung bringen. 2.) Durch eben dieſes Anziehn erhält die Magnetnadel auch ihre verſchiedene Neigung (inclinationem); denn auch die Atmoſphäre hat die ihrige, wie die Eiſentheilchen um den Magnet. Sie muß alſo um den Aequator des Magnets, der mit dem Aequator der Erde faſt in einer Ebene liegt, und mit ſelbem nur einen Winkel von etwelchen Graden machet, mit der horizontalen Fläche parallel ſtehen; und ſich an andern Orten mehr oder weniger neigen, je nachdem die Atmoſphäre ſelbſt geneiget iſt, bey den Polen endlich wird ſie ſenkrecht ſtehen, weil eben dort die Richtung der Atmoſphäre ſenkrecht gegen den Pol gehet. Die Feilſpäne um den Magnetſtahl ſind das deutlichſte, und paßendſte Bild der unſichtbaren Atmoſphäre. 3.) Die Abweichung

weichung (declinatio) der Magnetnadel von der Meridianfläche der Erde folgt nothwendig, wenn die Achſe des Magnets mit der Achſe der Erde einen Winkel machet; denn die Magnetnadel wird nicht nach dem Pol der Erde; ſondern nach dem Pol des Magnetes hin ſtehen, und nach Verſchiedenheit der Orte, verſchiedene Declinationen haben.

* Doch fragt ſich auch, aus was man die Verſchiedenheit des Abweichens an dem nämlichen Orte erkläre? — Es ſcheint, daß es zwo Arten dieſes Abweichens gebe. Einmal iſt es eine Zeitlang anhaltend, d. i. die Magnetnadel weichet nach und nach immer mehr und mehr z. B. gegen Orient ab, ſteht eine Weile ſtill, und kehrt alsdann wieder zurück; und wird lange nach der nämlichen Richtung fortgerückt. Ein andermal iſt dieß Abweichen mehr zufällig, und faſt alle Stunden änderlich. Die erſte Art ſcheint von einer Abänderung der Lage des Magnetes in der Erde abzuhangen; doch woher dieſe Abänderung? — Die Achſe des Magnetes macht mit der Erdachſe einen Winkel; indem ſich alſo die Erde um ihre Achſe drehet, muß die Achſe des Magnets nothwendig eine andere Bewegung erhalten, als die um ihre Achſe bewegliche Erde hat; und dieſe Bewegung müßte ordentlich ſeyn, wenn der Magnet in der Erde frey wäre, und nicht mit den übrigen Erdekörpern zuſammenhieng. Nun aber macht der Zuſammenhang in der Bewegung viele Aenderungen, da er an einem Orte leicht, an einem andern ſchwerer, wieder an andern gar nicht überwunden werden mag. 2.) Aber auch ſelbſt die Verſchiedenheit

der Atmoſphäre an verſchiedenen Orten kann ſowohl von dieſem anhaltenden, als von ienem zufälligen Abweichen eine Urſache ſeyn. Ich zweifle wenigſtens nicht, daß die Atmoſphäre bald hie, bald da nach Verſchiedenheit der Gährung, des Grades der Wärme in und außer der Erde auf ihrer Oberfläche dichter oder lockerer werde; folglich auf die Pole der Magnetnadel verſchieden wirke.

** Dieſe Regeln müſſen nothwendig Ausnahmen unterworfen ſeyn, wenn der Magnet, den wir in die Erde legen, eine ungleiche Figur, und viele Hervorragungen ꝛc hat oder aus vielen Stücken beſtehet. Doch könnte man ſelbſt auch dieſe Irregularität, und die Figur des großen Magnetes vielleicht beſtimmen, wenn man richtige und ſchon von mehrern 100. Jahren her fortgeſetzte Beobachtungen gemacht, und geſammelt hätte.

§. 505.

II. Von Entſtehung der magnetiſchen Atmoſphäre, wenn das Eiſen durch die Kunſt zu Magnet gemacht wird. Das Eiſen hat ſeine Atmoſphäre, wie ſelbſt der Magnet, bloß mit dem Unterſchiede, daß in der Atmoſphäre des Eiſen, die feinen Theilchen keine gewiſſe Richtung haben, und vermiſcht untereinander das Eiſen umgeben, ſo, wie ſelbſt im Eiſen die Theile ohne eine gleiche magnetiſche Richtung untereinander verbunden ſind. Werden nun mehrere gleichartige Extremitäten der Eiſentheilchen in dem zumagnetiſirenden Eiſen durch das Streichen an ei-

nem

nem Magnete (§. 498. V.) oder durch einen Schlag (§. 499. III.), oder auf was immer für eine Weiſe in die nämliche Lage gebracht: ſo müſſen auch die atmoſphäriſchen Eiſentheilchen bey ihren Extremitäten von den beyden Polen angezogen, und ſo eine magnetiſche Atmoſphäre erzeuget werden.

§. 506.

III. **Von dem Anziehen, und Zurückſtoßen zweener Magnete.** Sobald ſich die Atmoſphäre des Sudpoles der Atmoſphäre des Nordpoles nähert: ſo kommen die ungleichnamigen, oder dieienigen Extremitäten der atmoſphäriſchen Theilchen zuſammen, welche ſich anziehen. Weil ſie alſo bey ihren beyden Extremitäten anziehen, und angezogen werden, und ihre Pole nicht verlaſſen können, ſo müſſen die Magnete ſelbſt zuſammentretten, wenn ie der eine davon beweglich, und die Atmoſphäre ſelbſt dicht genug iſt, die Bewegung in die Entfernung zu bewirken.

Nähern ſich aber die Atmoſphären von gleichnamigen Polen, ſo werden auch die gleichnamigen Extremitäten der Theilchen, aus denen die Atmoſphäre ſelbſt beſteht, aufeinander ſtoßen, und eine die andere um ſo ſtärker von ſich ſchieben, ie dichter die Atmoſphäre iſt. Mit der Atmoſphäre bewegt ſich aber auch der Magnet, der mit ihr verbunden iſt.

* Eine vollkommene Aehnlichkeit von dieſem kann man beobachten, wenn man die Pole zweyer Magnetſtäbchen, welche dicht mit Feilſpänen umgeben ſind, gegeneinander hält.

§. 507.

IV. Wie demungeachtet das Eiſen von beyden Polen des Magnetes angezogen werde. Um das Eiſen iſt eine Atmoſphäre, derer Theilchen keine gleichförmige Richtung haben (504.). Nähert ſich ihr die Atmoſphäre des Magnets, ſo zieht dieſe vorzüglich dieienigen Theilchen an, welche mit ihr eine gleiche Richtung haben; und dann, weil in dem Magnete die Theilchen nach dieſer Richtung weit häufiger ſind, ſo werden ihre größern Kräfte auch die andern Eiſentheilchen umwenden, und an ſich herziehen. Mit den Theilchen der Atmoſphäre nähert ſich das Eiſen ſelbſt. Daß in den Eiſentheilchen eine Aenderung vorgehe, wird dadurch höchſt wahrſcheinlich, weil der Magnet das Eiſen ſtärker zieht, als einen andern natürlichen Magnet, und den Stahl, wenn er noch weich iſt, ſtärker, als den erhärteten, und am allerſchwächſten denienigen Stahl, der den großen Grad der Härtigkeit bekommen hat (a); d. i. weil das Eiſen um ſo ſtärker gezogen wird, als ſeine Theile leichter können umgewandt werden. 2.) Eben aus dem erhellet es auch, warum das Anziehen des Magnetes auf das Eiſen a) im wirklichen Contact ſtärker ſey, und b) auch auf einige Zeit vermehret werde; denn im Contacte wirket nicht nur die Atmoſphäre, ſondern ſelbſt die vielen, und großen Eiſentheile: auch wenden ſich im Eiſen ſelbſt nach und nach immer mehrere und mehrere Theilchen mit ienen Extremitäten gegen den Magnet, die von dieſem mehr gezogen werden. 3.) Ja, das Eiſen wird

---

(a) Muſchenbr. Exp. XXXIII.

wird ſtärker von einem Magnete gezogen, als ein anderer natürlicher Magnet, obgleich das Anziehen auf das Eiſen erſt in einer kleinern Entfernung anfängt, als auf den Magnet: das erſte iſt nothwendig, weil in dem Eiſen mehrere Theilchen ſind, welche von dem magnetiſchen Pole angezogen werden, als in dem Magnete, der zugleich aus vielen Erdtheilen beſteht, und eben darum wenigere Eiſentheile enthält. Das zweyte geſchieht deßwegen, weil die Atmoſphäre eines Eiſen in einer größern Entfernung noch zu wenige Theilchen in jener Lage hat, in der ſie von der magnetiſchen Atmoſphäre angezogen werden; das Eiſen muß ſich alſo mehr nähern, damit die anziehenden Kräfte eine merkliche Wirkung hervorbringen können. Ganz anders verhält es ſich mit dem Anziehen zweener Magnete, weil dort alle atmoſphäriſchen Theilchen gleiche Richtung haben, und deßwegen alle von allen angezogen werden.

§. 508.

Alles dieſes, was ich hier durch die Atmoſphäre erkläret habe, ließ ſich weit kürzer und leichter begreiffen, wenn wir annehmen wollten, **daß die Pole des Magnetes unmittelbar auf die mit ihnen verwandten Extremitäten der Eiſentheilchen mit einer Kraft wirken, die nach den Erfahrungen mit der Entfernung abnähme**; wie man dieß von ſelbſt leicht einſieht; und eben deßwegen will ich das Daſeyn dieſer Kraft durchaus nicht verneinen; aber ſo lange die ganze Sache durch die unmittelbare Wirkung einer Atmoſphäre, und durch diejenigen Kräfte erklärt werden kann, die nur in den kleinſten Abſtänden wirken,

und derer Daſeyn wir ſchon im Erſten Theile bewieſen haben; glaube ich nicht befugt zu ſeyn, eine ganz beſondere Kraft anzunehmen, die ſich von der allgemeinen Schwerkraft ſowohl, als von der den Elementen eigenen Kraft unterſcheidet; denn eine neue innerliche Kraft der Körper, eine ſo ganz beſondere Kraft kann nach den Regeln einer gegründeten Logik, und nach der Anleitung des großen Newtons nur da behauptet werden, wo ſich die Sache durch keine andere ſchon zuvor, und unabhängig erwieſene Urſache erklären läßt.

II. Abſchnitt.

Von den Körpern im Pflanzenreiche.

Unter dem Worte **Pflanzen** kommen alle organiſche Körper vor, die ſich durch den Saamen fortpflanzen, doch weder eine Empfindung haben, noch ſich willkührlich bewegen können; Bäume, Geſträuche, Gras, Blumengewächſe, Kräuter ꝛc. Die **Naturgeſchichte**, und **Botanik** theilt ſie in ihre verſchiedenen Klaſſen, Arten, und Unterarten ein. Für den **Phyſiker** bleibt hier nichts übrig, als 1.) die Beſtandtheile, 2.) die Organiſation, 3.) das Wachsthum aus dem Saamen, und 4.) die Zeugung des Saamens ſelbſt zu unterſuchen, und ins Licht zuſetzen. Die Beſtandtheile der Pflanzen haben wir bey Gelegenheit, da wir von der Fruchtbarkeit der Erde handelten, ſchon im dritten Theile beſtimmet (§. 448 — 449.). Wir werden alſo nur noch von den übrigen dreyen Stücken in ſo vielen Kapiteln reden.

I. Ka-

I. Kapitel.

Von dem organiſchen Baue der Pflanzen.

§. 509.

Der Stamm, oder der Stengel einer ieden Pflanze vertheilet ſich unter der Erde in Wurzeln, und über derſelben in Aeſte, und Zweige. II. In allen dieſen Theilen finden ſich feſte, und flüßige Körper vor. Die feſten ſind 1.) die Rinde, 2.) das Holz, und 3.) das Mark. III. Die flüßigen ſind neben der allen Körpern gemeinen Luft 1.) der wäſſerichte Saft, oder die Lympha, und 2.) der ieder Pflanzenart eigenthümliche, oder beſondere Saft.

§. 510.

Die Rinde begreifft in ſich 1.) das äußerſte dünne Häutchen (Epidermis), welches in einigen Pflanzen gedoppelt, oder auch mehrfach angetroffen wird. 2.) Eine Decke aus Bläschen, welche unmittelbar unter dem Häutchen liegt. 3.) Unter dieſer Decke befinden ſich Waſſergefäße, und beſondere Saftröhrchen, in denen eine Art von Klappen, oder Ventilen beobachtet wird. Dieſe Gefäße ſind verſchieden ineinander geflochten, die Zwiſchenräume, in dieſem gitterförmigen Gewebe, laufen trachterförmig von dem äußerſten Häutchen bis zu dem Holze zuſammen, und ſind wieder mit lauter Bläschen ausgefüllt.

§. 511.

Das Holz beſteht a.) aus Faſern, oder hohlen Röhrchen, welche ſchichtenweiſe auf einander liegen, und zwi-

ſchen welchen das ſchaumichte bläschenförmige Weſen, wie in der Rinde (§. vorg.) eingeflochten iſt. b.) Es iſt von zweyerley Art, das **Kernholz**, oder das härtere, welches näher am Kerne liegt, und der **Spint**, oder **Splint**, welches weicher, und gleich unter der Rinde, iedoch vom Kernholze weſentlich nicht unterſchieden iſt. c.) Das Holz umgiebt das Mark ſchichtenweiſe um und um; daher man dieſe Schichten **Holzringe** nennt. d) Dieſe Ringe erweitern ſich auf den Seiten wo größere Aeſte oder Wurzeln von dem Stamme ausgehen; ſie beſtehen aus noch vielen andern feinern Ringen, die man nur mit einem Vergrößerungsglaſe beobachten kann. e.) In allen Theilen der Pflanze außer der Rinde finden ſich **Luftröhrchen** vor, welche insgemein weiter, als die übrigen Röhrchen ſind, und beynahe die Geſtalt eines Kugelziehers haben. Sie werden in dem iungen und noch weichen Holze häufiger, als in dem harten angetroffen.

§. 512.

Das **Mark** iſt mitten in dem Stengel, wie in einer Röhre eingeſchloſſen; eigentlich iſt es nichts anderes, als die ſchaumichte oder bläschenförmige Materie, die man auch in die übrigen Theile des Stammes eingeflochten antrift. 2.) Die **Bläschen** ſelbſt ſind von verſchiedener Größe; die größten ſind in der Mitte der Markröhre, von da ſie immer kleiner und kleiner gegen die Epidermis werden. Dieſes bläschenförmige Weſen auch in den übrigen Theilen der Pflanze ſcheint daher nichts anderes, als eine Ausdehnung des Markes zu ſeyn. 3.) Die noch **iungen Zweige** enthalten viel

ſaft=

ſaftvolles Mark, das aber beynahe ſo abnimmt, wie das Holz mit dem Alter der Pflanze wächſt.

§. 513.

Die flüßigen Theile der Pflanze, ſowohl die Lympha, als der einer ieden Pflanze beſonders eigene Saft werden durchaus in den von der Lympha hergenannten Waſſerröhrchen, in den eigentlichen Saftröhrchen, und auch in dem ſchaumichten bläschenförmigen Weſen angetroffen. Nur im höheren Alter der Pflanze trocknet das Mark endlich ein. 2.) Der Waſſerſaft enthält wahrſcheinlicher Weiſe a.) etwas von einer Säure, und macht auch, wenn er lange in einem Geſchirre geſtanden iſt, einen weißen Bodenſaz; in wärmern Gegenden iſt dieſer Saft anfangs weinigt, und wird erſt in der Folge ſauer. b.) Man erhält ihn nicht in gleicher Menge von allen Pflanzen; auch iſt die Art ihn zu erhalten faſt ſo mannichfaltig, als die Pflanzen ſelbſt ſind. c.) Er fließt meiſtentheils nicht aus der Rinde; ſondern man muß bis in das Holz einſchneiden; und zwar zu Ende des Herbſtes an derienigen Seite, die die Sonne hat; denn eben dort erhält man ihn auch nach dem Froſte beym Aufthauen, und im Frühlinge, ehe die Knoſpen zu treiben anfangen. Mit dem treiben der Knoſpen ändert ſich dieſer Saft, wird dichter, riechet anders, rinnt ſchwächer, und fließt gar nimmer, ſobald die Blätter erſcheinen. 3.) Der beſondere und eigenthümliche Saft iſt nach Art der Pflanzen a) am Geruche und Geſchmacke b) an der Farbe, und c) im Zuſammenhange verſchieden.

§. 514.

Die Organiſation iſt in den **Aeſten und Wurzeln** die nämliche, wie in dem Stamme. Man kann die Aeſte und auch die Zweige, als Pflanzen und Stämme anſehen, denen nichts, als die Wurzeln mangeln. Die Wurzeln ſind gleichſam Aeſte unter der Erde; denn ſie theilen ſich dort wie die Aeſte in der Luft wieder in Nebenäſte, und Zweige. Ihre Formen ſind ſehr verſchieden; einige Pflanzen haben Zwiebel, aus denen die fernern Wurzeln hervorwachſen. 2) Die aus Saamen gezogenen Baumarten haben eine Stech- oder Herzwurzel, welche ſenkrecht in die Erde hineindringt; dieſe iſt oft länger, als der Stamme des Bäumchens hoch iſt: ſie treibet Nebenwurzeln, und zwar häufigere, wenn der äußerſte Theil derſelben abgeſtoßen wird. 3.) Die **Wurzeln** unterſcheiden ſich von den Aeſten, a) durch die Farbe b) durch die Dichtigkeit der Epidermis, c) durch die größere Menge der blaſenförmigen Materie, der Luftröhrchen ꝛc.

§. 515.

Die **Zweige** treiben ferner 1.) **Augen**, 2.) **Blätter**, 3.) **Blühten**, 4.) **Früchte**. I. Die **Augen**, oder **Knoſpen** ſind kegelförmige Körperchen, die ſich im Sommer zwiſchen dem Ende des Blattes und dem Zweige zeigen, auch ſchon im Winter gefunden werden, iedoch nur in den durch mehrere Jahre fortdauernden Pflanzen; an iährlichen, und Sommergewächſen befinden ſie ſich nicht; erhält ſich aber die Wurzel den Winter über, ſo ſitzen ſie auf der Wurzel. Die Zwiebel ſind eine Art von Knoſpen. 2.) Je nachdem dieſe Augen Blühte, oder ein künftiges Zweig enthalten,

ten, werden ſie **Frucht**= oder **Holzaugen** genannt. 3.) Beyde Arten beſtehen a.) aus löffelförmigen Schaalen, oder ſchuppichten Decken, b.) aus ſehr dünnen, und zarten Blättchen von unterſchiedlichen Figuren; oft trifft man nur Fäden an. c.) In der Mitte dieſer Augen liegt entweder die Blüthe, oder das künftige Holz im Kleinen.

II. Die **Blätter** ſind aus den nämlichen Theilen zuſammengeſetzt, aus denen der Stamm beſtehet (§. 510.). Die Form, und ſelbſt die Lage der Faſern, die gleichſam das Geripp des Blattes ausmachen, ſind ſehr verſchieden.

III. Die **Blühten** ſind **vollkommene Blumen** wenn ſie die Staubfäden, und den Stempfel zugleich haben; mangelt ihnen eines von beyden, ſo ſind ſie **unvollkommene** und zwar **männliche** oder **weibliche** Blühten, ie nachdem ihnen der **Stempel**, oder die **Staubfäden** mangeln. Die übrigen, allen Blühten gemeinen Theile ſind die **gefärbten Blumenblättchen**, das **Honiggefäß**, und der **Kelch** zu äußerſt an den Staubfäden ſind die Staubbeutel (antheræ), an die ein ſehr feiner Staub, der nach Art der Pflanze eine verſchiedene Farbe, Größe und Figur hat, mit noch zärtern Fädenchen angeheftet iſt. 2.) Der **Stempfel**, oder der **Staubweg** beſtehet a) aus dem **Eyerſtocke** (ovarium), b) dem **Griffel** (ſtilus), der unmittelbar über dem Eyerſtocke ſteht, und c) der **Narbe** (ſtigma, apex). Durch die Narbe ſtehet ein Weg bis in den Eyerſtock offen; die Narbe aber ſelbſt iſt mit einem klebrichten Safte angefeuchtet.

In

* In dieſem liegt der Grund des Linnäiſchen Geſchlecht-ſyſtemes, in das er die Klaſſen, und Arten der Pflanzen nach dem Unterſchiede in der Vielheit und Geſtalt der Staubfäden gebracht hat.

§. 516.

IV. Nachdem die Blühten abgefallen ſind, erſcheinet die iunge Frucht (Embryo), welche nach und nach immer zunimmt, und endlich in ihrer Art vollkommen wird. Der organiſche Bau iſt in der Frucht, und im Stamme allerdings gleich; ſie hat ein Oberhäutchen, Waſſer und Saftröhrchen, Luftröhrchen, blaſenförmige Materie ꝛc. 2.) Die Geſtalt der Früchte iſt ſehr verſchieden in verſchiedenen Pflanzen. Der weſentlichſte Theil der Frucht ſind die Saamenkörner, die ſich gleichfalls an Größe, Geſtalt, Farbe und Vielheit ꝛc. in verſchiedenen Früchten ſehr unterſcheiden. Das Fleiſchichte der Frucht iſt die Mutterkuche (placenta) oder die Nahrung der Körner; von welcher ein Röhrchen (umbilicus) bis zu den Saamenkörnern gehet, durch das der Kern Nahrung und Wachsthum erhält. 3.) Die Körner ſelbſt werden ſchon im Herbſte, und dem Winter hindurch geſtaltet, und man kann ſie ſchon deutlich in der Knoſpe, noch deutlicher aber in der aufbrechenden Blume beobachten. 4.) Der Saamenkern beſteht a) aus dem Saamenbalg, oder dem Häutchen, das die übrigen Theile des Saamens unmittelbar bedeckt. b) Aus den Saamenlappen, oder einem, zweyen, oder dreyen Körpern mehlichter Materie. c.) und endlich aus dem Keime, oder der iungen Frucht. 5.) Der Keim (corculum) hat zween递theile, das

Pflåntzchen (plumula), und das Würzelchen (roſtellum).

* Eine vollſtåndige und genaue Beſchreibung aller dieſer Theile findet man in H. C. F. Dietrichs Anfangsgründen zum Pflanzenkenntniß.

§. 517.

Folgeſåtze. I. Die Einrichtung iſt ſich in allen Hauptheilen einer Pflanze ſo ziemlich åhnlich; überall finden ſich Waſſer- Saft- und Luftröhrchen vor, überall breitet ſich die blåschenförmige Materie aus. Wenn wir alſo das Wachsthum eines einzigen beſondern Theiles deutlich einſehen: ſo låßt ſich auch leicht ein Begriff von dem Wachsthume anderer Theile machen.

II. Die Waſſer- und Saftrörchen ſind in der That nichts anderes, als Haarröhrchen; daher die allgemeinen Geſetze von den Haarröhrchen (II. Th. §. 206—213.) auch auf dieſe paſſen.

III. Die Oeffnungen dieſer Haarröhrchen in den Pflanzen, befinden ſich nicht nur unter der Erde an den Wurzeln, ſondern ſie ſtehen auch an den übrigen Theilen der Pflanze in der Luft offen.

IV. Die Knoſpe oder das Aug (§. 515. I.) kömmt in der Hauptſache mit dem Saamenkörnlein übereins; die Entwicklung von beyden hat alſo einerley Erklårung.

II. Kapitel.

Von dem Wachsthume, und der Nahrung der Pflanzen.

§. 518.

Beobachtungen. 1.) Alle Pflanzenarten, die nur immer bekannt ſind, zeugen Saamen. Von den Erdſchwammen, von denen man ehemals zweifelte, bewies es Dü Hammel (a), und Börhave (b), den Saamen des Mießes hat Linné (c) entdeckt ꝛc. 2.) Die Pflanzen wachſen a.) aus dem Saamen, b.) aus einem Zweige (einige ſogar aus einem bloſſen Blatte), das in die Erde geſtoßen wird. c.) Man erhält ſie auch durch Einpropfen, d.) Einäugeln, e.) Einſchneiden, oder Ablactiren ꝛc.

I. **Alle Pflanzen kommen urſprünglich aus dem Saamen;** denn alle Arten machen einen Saamen: keine Pflanze läßt ſich angeben, die zufälliger Weiſe z. B. aus einer faulen Materie entſtanden wäre, der Bau einer Pflanze iſt auch zu vollkommen, als daß er einem bloßen Zufalle ſollte zugeſchrieben werden können.

II. **Auch die übrigen Vermehrungsarten der Pflanzen** (n. 2.) haben eine andere Pflanze, und letzlich den Saamen, oder unmittelbar die Schöpferhand zum Grunde;

(a) Mem. de l'Acad. Roy. Pariſ. 1711.
(b) Elem. Chem. P. II. pag. 487.
(c) Philoſ. Botan. §. 134.

de; denn das Zweig, die Knoſpe, das Blatt, der Aſt wächſt an dem Baume, und der Baum iſt entweder aus dem Saamen, oder aus einem andern Theile des von Gott unmittelbar erſchaffenen Baumes erwachſen. *

* Der Saame kann auf verſchiedene Weiſe durch die Winde, Ausdünſtungen ꝛc. durch die Vögel ꝛc. auf alte Gebäude, auf hohe, und ſteile Felſen übertragen werden; eben ſo kann er auch in eine friſch aus der Erde gegrabene Erde kommen, welches H. Malpigh durch den bekannten Verſuch, da er eine aus der Tiefe gegrabene Erde ſo bedeckte, daß in ſelbe zwar Regen, und Luft, iedoch kein Saame dringen konnte, ziemlich ſicher erwieſen hat. Es folgt alſo nichts wieder die beyden vorgehenden Sätze.

§. 519.

Fernere Beobachtungen über das Wachsthum der Pflanze aus dem Saamen. 1.) In luftleerem Raume gehen nur ſehr wenige Saamen, und dieſe ſehr unvollkommen; in einer gänzlich ausgetröckneten Erde aber gar keine auf. 2.) Im Waſſer verfault der Saame meiſtentheils. 3.) Er keimet auch nicht, wenn er zu tief in eine feſte Erde gelegt wird. 4.) Bevor der Saame aufgehet, ſchwillt er auf, zerreißet die Hülſe, und ein großer Theil deſſelben ändert ſich in einen milchartigen Saft um. 5.) Hernach kömmt die Wurzel hervor, und alsdann erſt wird das Pflänzchen (plumula) aus dem Kerne hervorgetrieben, und fängt zu wachſen an.

I. Zum Wachsthume der Pflanze wird Luft und Feuchtigkeit erfodert (n. 1.). Die Feuchtigkeit muß gemäßiget ſeyn, ſo daß der Saame nicht ganz mit Waſſer umgeben iſt (n. 2.).

II. Das Saamenkorn kann nicht aufſchwellen, ohne daß in das Innere deſſelben eine Feuchtigkeit eindringt. Dieſes Eindringen aber geſchieht, weil in dem Saamen viele Haarröhrchen vorhanden ſind, und die Saamenlappen aus einer Materie beſtehen, die das Waſſer anziehet (§. 211. 2. Anm.).

III. Das eingetrettene Waſſer löſet die ſalzigen Theile, und dieſe die ölichten in dem Saamen auf; dadurch wird ein flüßiger ſeifenartiger Körper gezeuget (n. 4.), welcher eigentlich das Wachsthum der Pflanze befördert, und ihre Nahrung ausmachet (§. 448. II.), vorzüglich aber aus den Saamenlappen, die beynahe als die Mutterkuche mögen angeſehen werden, dem Würzelchen (roſtello) zugeführet wird, wodurch dieſes immer neue und neue Zuwachſe erhält.

IV. Da auch das neue ausgetriebene Würzelchen eine Zuſammenſezung von Haarröhrchen iſt (§. 517. I.): ſo ſauget auch dieſes aus der Erde den zubereiteten Nahrungsſaft des Pflänzchens ein.

V. In dem Nahrungsſafte können die verſchiedenen Beſtandtheilchen (§. 448.) unmöglich eine gleiche Zuſammenſezung, folglich auch keine gleichen Kräfte haben; es werden alſo einige von dieſen, andere von andern Röhrchen angezogen, und ſo das Wachsthum der verſchiedenen

Theile

Theile der Pflanze durch die ebenfalls verſchiedenen Theilchen der Nahrung immer gleichförmig vermehret.

VI. Der Nahrungsſaft beſteht aus Erde, Salz, Waſſer, Oel, und Lufttheilchen (§. 448.), die durch Auflöſung und Gährung auf eine ſonderbare Art vermiſcht, und zubereitet ſind; es iſt alſo leicht zu begreiffen, warum **der Saame in zu vielem Waſſer faule**, und in einer gänzlich ausgetrockneten Erde nicht wachſe (n. 1. 2.)

VII. Im Luftleeren Raume, im Waſſer, **tief unter der Erde** 2c. mangelt die zur Gährung und Auflöſung des Nahrungsſaftes erforderliche Luft; es iſt folglich **das Wachſen des Saamens unmöglich** (n. 1. 3.).

VIII. Von dem **Wachsthume des Auges, oder der Knoſpe** gilt alles das, was ich bisher von dem Saamen geſagt habe, bloß mit dem Unterſchiede, daß die Knoſpe ihren Saft nicht unmittelbar aus der Wurzel, oder der Mutterkuche, ſondern von den nächſten Theilen der Pflanze, und hauptſächlich aus der ſaftvollen blaſichten Materie erhalte.

§. 520.

Beobachtungen über das Einſaugen, und die Bewegung der Säfte. 1.) Durch eine merkliche Beſchädigung der Wurzel einer Pflanze, wird das Wachsthum aller, auch der höchſten Theile derſelben gehindert. 2.) Eine von der Tageshitze völlig welke Pflanze wird wieder friſch, wenn ſie von einem Nebel, Thaue, oder ſanften Regen, der auch durch die Oberfläche der Erde nicht hineindringt, be-

feuchtet wird. 3.) Die größern Pflanzen gedeihen in einem Treibhauſe nicht, wenn man nicht auch die Blätter und Früchte derſelben immer mit Waſſer beſprenget. 4.) Auch von ihrem Stamme abgeſchnittene Pflanzen, Blätter, und Blühten erhalten ſich friſch, und wachſen einige Zeit fort, wenn man ſie über ein friſches Waſſer aufhenkt in einen Keller, unter feuchte darüber ausgeſpannte Tücher ꝛc. ſtellet; ob ſie gleich in der trocknen Luft bey einem gleichen Grad von Wärme welken würden.

I. **Die Säfte werden von der Wurzel der Pflanze eingeſaugt**, und von da bis in die höchſten Theile erhoben; ſonſt würde die Beſchädigung der Wurzel den höheren Theilen keinesweges nachtheilig ſeyn.

II. Aber auch unmittelbar **ſaugen die übrigen Theile der Pflanze Nahrungsſaft aus der Luft ein**; das erhellt aus allen Beobachtungen (n. 2. 3. 4.).

III. Dieſes Einſaugen muß nach den allgemeinen Geſetzen der Haarröhrchen geſchehen (517. II.)

IV. In einem und dem nämlichen Haarröhrchen könnte der Saft nur in eine beſtimmte, und weit kleinere Höhe, als manchmal jene der Pflanze iſt, gebracht werden (§. 206 — 214.); man muß alſo annehmen, **daß er immer von andern und andern Haarröhrchen aufgenommen, und in die Höhe gebracht wird.**

V. Dieſe Aufnahme des Saftes von einem Röhrchen in das andere kann nicht unmittelbar geſchehen; denn der

Saft fließt durch die obere Oeffnung des Haarröhrchens niemal aus (§. 208.); es muß alſo das untere Röhrchen wenn es mit Saft gefüllet iſt, entweder durch die Bewegung der Pflanze von außen, oder durch die Luftröhrchen von innen zuſammengedrückt werden, und der Saft, weil er wegen den vorſtehenden Kläppchen, oder Ventilen (§. 510. n. 3), oder wegen dem Drucke ſelbſt nicht abwärts fließen kann, in die blaſenförmige Materie übergehen, und von da in das obere Röhrchen aufgezogen werden. •

VI. Leichter wird der Saft von den obern Röhrchen in die untern gebracht; denn, wenn die Schwere des Saftes, von dem das Röhrchen voll iſt, größer wird, als die anziehenden Kräfte des Röhrchens: ſo wird er wohl von ſich ſelbſt ausfließen (§. 212. II. III.).

VII. Da die Saft- und Waſſerröhrchen durch die ganze Pflanze offen ſtehen, ſo können die Säfte entweder durch ihre eigene Schwere, wenn das Röhrchen abwärts ſtehet, ausdünſten, und ſogar ausfließen, oder ſie können, wenn die Röhrchen horizontal oder aufwärts offen ſtehen, durch einen Druck ausgepreſſet, und alsdann von der Luft aufgelöſet, und aufgenommen werden; **dieß mag der Hergang bey der Ausdünſtung der Pflanzen ſeyn.** (a)

• Hieraus werde ich mündlich erklären 1.) woher der Geruch der Pflanzen entſtehe: 2.) warum die Ausdünſtung bey trockenem, und bey warmen Wetter, 3.) und

(a) Sieh über dieß meine Abhandlung de vaſis capillaribus P. II. Cap. 1.

3.) und an blätterreichen Bäumen ſtärker ſey? 4.) Wie die Luft von dem brennbaren Weſen, mit dem ſie angeſchwängert iſt, befreyet, und zum Odemhohlen geſünder werde.

III. Kapitel.

Was von der Zeugung des Saamens zu halten ſey?

§. 521.

Beobachtungen. Man entdeckt durch die Vergrößerungsgläſer in dem fruchtbaren Saamenkorne alle Haupttheile der daraus zu entwickelnden Pflanze, und im Kleinen ſchon ihren ganzen zukünftigen Bau; manchesmal auch mehrere junge Pflänzchen (a). 2.) Schneidet man die Staubfäden, oder auch nur die Staubbeutel ab, bevor die Blume vollkommen aufgehet: ſo kann man von der Pflanze keinen fruchtbaren Saamen erhalten. 3.) Der Saame wird nie von den männlichen, ſondern nur von den weiblichen Pflanzen, oder auch von demienigen gezeuget, wo beyde Geſchlechter, d. i. die Staubfäden und die Staubwege zugleich vorhanden ſind.

I. Das kleine Pflänzchen in dem Saamen, und mithin der Saame ſelbſt, muß 1.) entweder ſchon in der Pflanze (die den Saamen zeuget) vorhanden ſeyn, und aus

(a) Miſcell. Nat. Cur. T. I. obſerv. 38.

aus derſelben nur entwickelt, oder 2) er muß neuerdings in der Pflanze gezeuget werden.

II. Im erſten Falle iſt der Saamenſtaub zur Entwickelung des Saamens, und im zweyten zu ſeiner Zeugung nothwendig, da er durch die Staubwege in den Eyerſtock gebracht wird (n. 2. 3.).

* Die erſte Weiſe zu erklären (I. 1.), iſt das bekannte Syſtema Evolutionis, das noch immer ſeine großen, und eifrigen Vertheidiger hat. Nach dieſer Meinung müßten 1.) alle Pflanzen, die aus einem Saamenkorne vom Anbeginne der Schöpfung her ſchon wirklich entſprungen ſind, noch entſpringen werden, oder entſprungen wären, wenn viele andere abſtämmliche Saamen, die wie immer zu Grunde gegangen ſind, zur Fortpflanzung wären verwendet worden, alle dieſe Pflanzen, ſage ich, müßten in dieſem erſten Saamenkorne eingeſchloſſen geweſen ſeyn. Ja! das erſte Saamenkörnchen mußte im Kleinen auch alle jene Pflanzen ſchon enthalten haben, die ſich ferner von dem nämlichen Urſprunge her durch fernern Saamen, oder auf eine andere Weiſe z. B. durch Propfen, Aeugeln ꝛc. fortpflanzen werden (a). 2.) Noch mehr: es müßten die ferneren Pflanzen, welche auch aus den Augen, und ſogar aus den Blättern hervorwachſen (§. 518. 2. b.), und ſich durch Saamen vermehren, in dieſen Augen,

(a) Man ſehe hierüber die Berechnung über die Menge des Saamens von H. Dodart. Mem. de l'Acad. royal. 1700.

Augen, und Blättern, oder wenigſt in den Stengeln der Blätter enthalten ſeyn. 3.) Selbſt in den Wurzeln mußten die Saamenkörner eingewickelt ſeyn, und nur deßwegen nicht entwickelt werden, weil ſie unter der Erde ſind; denn die Wurzeln des Lindenbaumes, den H. Löwenhöck mit den Aeſten in die Erde gegraben, wuchſen, und brachten Saamen, wie wenn er die Wurzeln eingegraben haben würde. Alles das macht zwar das Entwickelungsſyſtem unbegreiflich; aber demungeachtet beweiſt es die Unmöglichkeit nicht.

** Gefällt uns dieſes Syſtem nicht: ſo läßt ſich die Zeugung des Saamens vielleicht durch diejenigen Kräfte erklären, durch welche die bekannten Martis- und Diana-Bäume hervorgebracht werden; und welche ſich alsdenn erſt wirkſam zeigen, wenn die Pflanze ihre letzte Vollkommenheit erreichet hat, und Blumen treibet, da der Pflanzenſaft durch verſchiedene Auflöſungen, Gährungen, Filtrationen, und Collationen ꝛc. gehörig zubereitet iſt, und vorzüglich durch den Saamenſtaub eine neue Gährung und Veränderung erhalten hat. Man könnte ſich die Sache einigermaßen ſo vorſtellen, wie es mit der Kryſtalliſation der Salze herzugehen pflegt: die kleinſten auch unter dem Mikroſkope unmerkbaren Salztheilchen gehen in eine Figur zuſammen, die der Figur der größern Theile vollkommen ähnlich iſt. Es würde alſo auch das Pflänzchen in dem Saamen aus den noch flüßigen Theilen durch die anziehenden Kräfte zuſammengeſetzt,

die

die ſich entweder in ein anfängliches Blättchen, Röhrchen, oder anderes Theilchen vereinigten, wie ſich die Salztheilchen in dieſer oder in einer andern Lage aneinander hängen; wären nun die Röhrchen, und die übrigen Theilchen gebildet: ſo würde auch die Vermehrung und das Wachsthum durch eben die Geſetze, nach denen die Kräfte der feinſten Theilchen wirken, vor ſich gehen.

III. Abſchnitt.

Von den Körpern im Thierreiche.

Hauptſächlich wird hier die Rede bloß von dem Menſchenkörper ſeyn, die Anwendung läßt ſich hievon leicht auf die übrigen thieriſchen Körper machen. Aber auch von dem Menſchen darf man nicht mehr erwarten; als was von größerer Wichtigkeit, und auch ohne dem gründlichern Studium der Anatomie, und Phyſiologie begreiflich iſt; dieſe beyden Theile der Phyſik ſind nun einmal ſo von den übrigen abgeriſſen, daß ſie hart mehr zu vereinigen ſind.

Die Zeugung des Thieres hat mit der Zeugung einer Pflanze beynahe alles gemein; wir haben alſo bloß noch von den Beſtandtheilen des menſchlichen Körpers 1.) die Struktur, und 2.) ihre Funktionen zu erklären.

I. Kapi-

I. Kapitel.

Von dem organiſchen Baue des menſchlichen Körpers.

Die **Anatomie** wird in ſechs ſonderheitliche Wiſſenſchaften eingetheilt. 1.) In die Lehre von den **Knochen** (Oſteologie) 2.) von den Muskeln (Myologie) 3.) von den Gefäßen (Angiologie) 4.) von den Nerven (Nevrologie) 5.) von den Glandeln (Adenologie) 6.) von den Eingeweiden (Splanchnologie). Da ich mir nur die vorzüglichſten Verrichtungen des menſchlichen Körpers: Empfindung, Bewegung, Wachsthum, Erhaltung ꝛc. zu erklären vorgenommen habe: ſo werde ich aus allen dieſen Wiſſenſchaften, ohne mich an die gewöhnliche Ordnung zu binden, nur dasjenige borgen, was zu eben dem Zwecke nothwendig, und geſchickt iſt.

§. 522.

Der ganze Bau des menſchlichen Körpers iſt auf die **Knochen** (Oſſa) gegründet. Sie ſind die feſteſten und härteſten Theile deſſelben, von welchen die übrigen alle getragen werden. 2.) Zween Knochen ſind allemal ſo zuſammengefügt, daß ihre Extremitäten genau aufeinander paſſen, und die Vertiefung des einen von der Erhöhung des andern ausgefüllt wird. 3.) Die Zuſammenſetzung der Knochen heiſſet die **Artikulation**, welche entweder ſo eingerichtet iſt, daß nur der eine, oder beyde Knochen zugleich beweglich werden, oder daß mehrere Knochen nacheinander, deren keiner eine eigene und beſondere Bewegung hat, gleichſam einen

nen ſtetigen Knochen ausmachen. 4.) Um das **Reiben der Knochen** in ihrer Bewegung zu verhindern, ſind ſie da, wo ſie ſich in einander fügen mit einem weichern und biegſamern Körper, mit Knorpeln überzogen. 5.) Die bewegliche Artikulation wird durch **Bänder** (ligamenta) in ihrer natürlichen Ordnung erhalten. 6.) Die **Bänder** ſelbſt ſind aus biegſamen, dicht in einander gewebten ſehr ſtarken Faſern zuſammengeſetzt, und haben entweder die Form eines Strickes, oder eines breiten Bandes.

§. 523.

Das **Gehirn** wird von den Anatomicis in das eigentliche und größere Gehirn (cerebrum) und in das kleinere Gehirnlein (cerebellum) abgetheilet. 2.) Es wird nicht nur von der Hirnſchaale, ſondern auch unter dieſer noch von dreyen Häuten eingeſchloßen. a.) Die erſte heißt die dura Mater, eine feſte und ſtarke Membrane, die ſich an mehrern Orten, ſonderbar aber bey den Näthen an die Hirnſchaale anhängt. b.) Die zweyte iſt die Arachnoidea, oder **Spinnengewebhaut**, c.) und die dritte iſt die pia Mater, welche zwar ſehr zart, aber doch auch ſtark genug iſt; ſie unterſcheidet ſich von den übrigen zwoen Häuten dadurch, daß ſie nicht nur das Gehirn einſchließet; ſondern ſich auch in alle Vertiefungen und Gänge deſſelben hineinbegiebt. 3.) Unter dieſen Häuten liegt vorwärts das Hirn, und rückwärts das Hirnlein. 4.) Beyde werden von einander durch eine Zwiſchenwand abgeſondert: ſo wird auch das Hirn ſowohl als das Gehirnlein von eben ſo einer Scheidewand in zwo Lappen getheilt (lobi cerebri et cerebelli). 5.) Die äußere

und

und der piae matri nächſte Subſtanz (corticalis) des Hirns, und des Hirnleins iſt aſchengrau, und einer Rinde ähnlich; die innere, welche weißer, und härter iſt, wird das Hirnmark (medulla) genannt. 6.) Tiefer in dem Gehirne macht das von beyden Hirnlappen vereinigte Mark das 5 Zolle lange ſogenannte corpus calloſum. 7.) Die fernere Verlängerung des Hirns ſowohl, als des Hirnleins geſtaltet endlich die medulla oblongata, welche, in ſoweit ſie den Rückgrad ausfüllt, **Rückenmark** (medulla ſpinalis) genannt wird.

§. 524.

In dem größern und kleinern Gehirne, in der medulla oblongata, und ſelbſt auch noch in dem Rückenmarke entſpringen die **Nerven**, und vertheilen ſich von da aus in ſehr vielen Aeſten und Zweigen durch den ganzen übrigen Körper. In dem großen und kleinem Gehirne trifft man 9. Paare an, in den übrigen Theilen verlieren ſich 30 Paare. Neben dieſen iſt noch der große **ſympathetiſche** Nerve (ſympatheticus ſeu intercoſtalis) zu bemerken, von dem man bey dem ſechſten Paare Spuren findet; er wird im Fortlaufen durch die Vereinigung mit andern Nerven immer ſtärker, und verbreitet ſich in Begleitung des achten Paares in die Theile, welche ſowohl in der Bruſt, als im Unterleibe enthalten ſind. 2.) Wo immer in dem Körper eine Empfindung iſt, da finden ſich Nerven vor. Vorzüglich gehen mehrere dergleichen Nervenpaare in die Werkzeuge der Sinne hin, von denen ich hier zu meinem Vorhaben nur die folgenden anmerke: a.) Die Sehnerven, b.) die Gehörnerven, c.) die

Geruchsnerven, d.) die Nerven, welche zur Zunge hingehen. 3.) Es iſt auch im ganzen Leibe kein Muskel, dahin nicht mehrere Aeſte eines Nerven laufen.

§. 525.

Die **Muskeln** ſind aus biegſamen Fibern, Nerven, und Blutgefäßen zuſammengeſetzte, und mit einer eigenthümlichen Haut umgebene Theile an dem menſchlichen Körper, 2.) welche ſich bey allen beweglichen Theilen, und zwar bey jenen häufiger befinden, welche einer ſtärkern Bewegung fähig ſind, und wirklich öfters beweget werden müſſen. 3.) Der ganze Muskel iſt gleichſam bauchicht, und nimmt gegen ſeine beyden Ende zu ab; einige endigen ſich in Flechſen oder flechſichte Ausbreitungen. 4.) Die beyden Ende des Muskels ſind an Bändern, oder an Knochen befeſtiget. 5.) Es giebt auch noch verſchiedene andere Muskeln ohne Sehnen, und ohne die hier (n. 3.) beſchriebene Figur, nämlich verſchiedene Fleiſchfaſern abſonderlich in dem Eingeweide.

§. 526.

Der **Rumpf** des menſchlichen Körpers wird in zwo **Höhlen**, a.) in die Bruſt, und b.) in den Unterleib durch das **Zwerchfell** (diaphragma) getheilet. 2.) Dieſes **Zwerchfell** iſt von muskulöſer Natur, und liegt von der Bruſt ſchief gegen den Rücken. 3.) Es hat drey Oeffnungen, durch welche die hohle Blutader (vena caua), die große Pulsader (Aorta), und der Schlund (Aeſophagus) durchgehet, von denen ich gleich ein mehreres zu ſagen habe.

§. 527.

§. 527.

In der Bruſt hangen an der Luftröhre (§. 398.) die **Lungen** (Pulmones), das iſt, zween dicke, ſchwammichte Körper, die aus kleinen Bläschen beſtehen, und in mehrere Lappen getheilet ſind. 2.) Sie ſind in den zween Säcken des Bruſtfelles (pleurae) eingeſchloſſen. 3.) Wie die Lunge ferner durch allgemeine Blutgefäße mit dem Herzen verbunden ſey, wird ſogleich erkläret werden.

§. 528.

Mehr zur linken Seite in der Bruſthöhle liegt das **Herz**, ein muskulöſer, kegelförmiger hohler Körper. 2.) Seine Höhlung wird durch eine Scheidewand in die zwo **Herzkammern** (ventriculos) getheilet. 3.) Ueber einer jeden Herzkammer iſt ein muskulöſer Sack angebracht, man nennt dieſe Säcke das **rechte und linke Herzohr** (auriculas). 4.) In das rechte endigt ſich die **hohle Blutader** (vena cava) und das Herzohr öffnet ſich in ſeine Herzkammer: bey dieſer Oeffnung ſind mehrere Klappen (valvulae), welche ſich nur hineinwärts gegen die Herzkammer öffnen. b.) Eine zweyte Oeffnung der rechten Herzkammer macht den Anfang der **Lungenpulsader** (arteriae pulmonalis), und iſt ebenfalls mit mehrern Klappen verſehen, die dem Blute zwar den Austritt, aber keinen Zurücktritt verſtatten. c.) Die **Lungenblutader** endiget ſich in das linke Herzohr, welches abermal in ihre Herzkammer eine Oeffnung hat. d.) Die große **Pulsader** oder der **Pulsaderſtamme** (aorta) macht auch in dieſer Kammer die zweyte Oeffnung; beyde Oeffnungen ſind wie in der rechten Herzkammer mit Klappen verſehen.

5.) Ende

5) Endlich wird das ganze Herz von einem membranöſen Sack (pericardio) umgeben, in welchem es frey hängt.

§. 529.

Blutadern werden dieienigen Gefäße genannt, welche das Blut zum Herzen führen (§. vorg. n. 4.) Sie ſind durch den ganzen Leib als kleine Röhrchen, und häufiger als die kleinen Haarröhrchen der Pulsadern ausgetheilt, ſehr viele endigen ſich in der äußern Oberfläche des Leibes. Ihre Durchmeſſer wachſen immer, je näher ſie zu dem Herzen kommen: es vereinigen ſich auch immer mehrere und mehrere, und endlich kommen alle in der großen Blutader (vena caua) zuſammen, nur dieienige ausgenommen, welche das Blut aus der Lunge in die linke Herzkammer bringet (§. vorg. n. 4. b). Die Pfortader hat das beſondere, daß ſie ſich aus vielen kleinen Aeſten vereiniget, und hernach in der Leber abermal theilet, und der Hohlader mit vielen kleinen Zweigen vereiniget. 2.) Dieienigen Gefäße aber, welche das Blut aus dem Herzen gegen die äußern Theile des ganzen Körpers führen, heißen **Pulsadern**. a.) Alle dieſe Pulsadern (die Lungen-Pulsader allein ausgenommen) (n. 4. a. vorg. §.) entſpringen aus der großen Pulsader (Aorta), die anfangs in die Höhe ſteiget, und einen Bogen machet. Aus dieſem Bogen entſtehen drey Aeſte, der mittere erhebt ſich in den Kopf, der linke gehet in den linken Arm; jener aber, der auf der rechten Seite des Bogens entſpringt, theilet ſich ferner in zween Aeſte, deren der eine abermal in den Kopf aufſteiget, der andere aber ſich in den rechten Arm erſtrecket. Der herabſteigende Theil dieſer Pulsader verbreitet ſich durch den ganzen

zen übrigen Leib, erhält immer mehrere und mehrere Aeſte, die ſich endlich in unzählbar viele Haarröhrchen zertheilen. b.) Sehr viele Pulsadern ſind unmittelbar mit den Röhrchen der Blutadern verbunden, andere gehen allein ohne eine dergleichen Verbindung durch den ganzen Körper hin, auch biß an die Oberfläche. 3) Neben den Blut- und Pulsadern ſind auch andere ganz feine Gefäße, welche nur Waſſer führen, ausgetheilt, und werden darum auch **Waſſergefäße** (Vaſa lymphatica) genannt.

§. 530.

Die **Drüſen** oder **Glandeln** ſind nichts als Puls- und Blutadern, Waſſergefäße und Nerven auf eine ganz beſondere Weiſe in einander geflochten, und vereiniget, und in eine eigenthümliche Haut eingekleidet. 2.) Einige beſtehen aus beſondern Behältnißen (folliculis), welche ihren Abführungs-Kanal (ductum excretorium) haben, und für die dickere Säfte beſtimmet ſind. 3) Aus andern, welche ohne dergleichen Behältnißen zuſammengewebte Gefäße ſind, entſpringt der Abführungs-Kanal unmittelbar. 4) Sie ſind in allen ſowohl innerlichen als äußerlichen Theilen des menſchlichen Körpers anzutreffen.

§. 531.

In dem **Unterleibe** kommen vorzüglich I. der **Magen** (ventriculus), und II. die **Gedärme** (inteſtina) zu betrachten vor. I. Der **Magen** iſt nichts anderes, als eine Verlängerung und Verbreitung des Schlundes (Oeſophagi) welcher von dem hintern Theile des Mundes mehr linkerſeits

durch

durch die Bruſt und das Zwerchfell bis zum Magen reichet. 2.) Durch eine andere Oeffnung communicirt der Magen mit den Gedärmen, und zwar mit dem Zwölffingerdarme (Duodeno). Durch wieder andere kleine Oeffnungen wird von verſchiedenen Gefäßen eine Feuchtigkeit in den Magen ausgeduftet, welche ſich hernachmals ſammelt, und den Magenſaft (humorem gaſtricum) zeuget. 4) Die innern Wände des Magens ſind ganz mit einem Schleime (muco) überzogen, der aus eigenen in dem Magen befindlichen Glandeln abgeſondert wird.

§. 532.

II. Die **Gedärme** (Inteſtina) macht eigentlich ein langer, verſchieden gekrümmter membranöſer Kanal aus, der ſich vom Magen bis zum Austritte erſtrecket. Sie werden ihrer verſchiedenen Weite halber in **dicke** (craſſa) und **dünne** (tenuia) abgetheilet. 2.) Die **dünnere** ſind der **Zwölffingerdarm**, der **Leerdarm** (jejunum), und der **Krummdarm** (ileum). a.) Der **Zwölffingerdarm** fängt ſich unmittelbar an dem Magen an, iſt ungefähr 12 Zolle lang, wovon er auch ſeinen Namen hat. b.) Der nächſte an ihm wird der **Leerdarm** genannt, weil er öfters leer gefunden wird. c) Auf dieſen folgt der längſte, oder der **krumme Darm**, der ſich nach vielen Krümmungen und Wendungen rechterſeits bey den dicken Därmen endiget. 3.) Der erſte dicke Darm wird der blinde (cæcum) genannt, iſt 3 bis 4 Zolle lang, und breit. b.) Nach dieſem fängt ſich der **Grimmdarm** (colon) an, welcher ſenkrecht in die Höhe ſteiget, ſich krümmt, quer unter dem Magen durchläuft; abermal nach einer ſehr ſtarken Krümmung abwärts gehet, und

ſich endlich in den Maſtdarm (inteſtinum rectum) endiget. c.) Dieſer Darm iſt der letzte, der viele Glandeln, und verſchiedene eigenthümliche Muskeln, und am Ende die ſogenannten Zuſchnürer (ſpincteres) hat. 3.) Alle Gedärme, und ſelbſt auch der Magen ſind ferner in einen leeren und geſchloßenen ſtarken membranöſen Sack von deſſen äußeren Seite ſo eingehüllet, daß ſie in ſo vielen Falten dieſes Sackes liegen. Der Sack ſelbſt heißt das Darmfell (Peritoneum). 4.) Die Gedärme ſind mit dieſem Darmfelle durch das Krös (Meſenterium) verbunden, welches nichts als eine ſtarke vielfältig gebogene und gefaltete membranöſe Haut iſt, die an dem Darmfelle herabhängt, und auch eine Verlängerung deſſelben iſt. 5.) Auch das Netz (omentum) iſt einigermaßen eine Verlängerung des Darmfelles, da dieſes die größſere Krümmung des Magens, und den Krummdarm verläßt, und ſich in den Sack hinein verlängert.

§. 533.

Schon in den Zwölffingerdarm, und noch mehr in die übrigen dünnen Gedärme gehen viele, und ſehr feine Haarröhrchen, die in den innern Wänden der Gedärme hervorragen. 2.) Sie verlängern ſich als Milchgefäße (vaſa lactea, chylifera) bis in das Pequetiſche Behältniß, das ſeinen Namen von Pequet, der es zuerſt entdeckte, erhalten hat. Es iſt dieſes ein membranöſe Verlängerung, in die ſich auch noch viele Waſſergefäße ergießen. 3.) Aus dieſem Behältniße ſteiget wieder ein membranöſer Kanal (ductus thoracicus) gerade in die Höhe, der ſich ſodann nach einer kleinen Krümmung mit der linken Achſelblutader vereiniget.

Sowohl hier am Ende bey der Vereinigung, als an andern Theilen dieſes Kanales ſind ſehr viele Kläppchen angebracht.

§. 534.

In das Darmfell (§. 532. 3.) ſind noch die Gekrösdrüſe, die Leber, die Gallenblaſe und das Milz eingehüllet. I. Die Gekrösdrüſe (Pancreas) iſt eine große aus kleinern zuſammengeſetzte Drüſe von hellrother Farbe, und hat die Geſtalt einer Hundszunge. 2.) Sie liegt der Länge nach an dem untern Theile des Magens, iſt 3.) linkerſeits mit dem Milze verbunden, und hat der Länge nach einen Kanal, welcher ſich in den Zwölffingerdarm öffnet.

II. Die Leber (hepar) iſt ein aus Blut- Gall- und Waſſergefäßen zuſammengeſetzter Körper, in dem auch einige, iedoch nach Proportion der Lebergröße ſehr wenige Nerven angetroffen werden. 2.) Sie liegt mehr zur rechten Seite, iſt in zwo Lappen abgetheilet, davon die rechte größer iſt, als die linke. 3.) Aus dieſen Lappen entſtehet durch viele zuſammenfließende Aeſte der ſogenannte Lebergang (ductus hepaticus).

III. Die Gallenblaſe (Veſicula felis) iſt eine kleine birnförmige Blaſe 2.) die in einer beſondern Vertiefung der größern Leberlappe liegt, und 3.) ſich gleichfalls in einen Hals verlängert, welche einen beſondern Gang (ductum cyſticum) ausmachet, der ſich mit dem Lebergange (II. 3.) vereiniget, wornach beyde Gänge gemeinſchäftlich in den Zwölffingerdarm hingehen.

IV. Das Milz (Splen) liegt auf der linken Seite zwiſchen dem Magen und den Afterrippen, 2.) und beſteht,

 wie

wie die Leber aus Blut- und Pulsadern, aus Waſſergefäßen und Nerven; iſt aber weicher denn die Leber, hat eine ovalrunde Figur, und einen celluloſen Bau. 3.) Aus dem Milze gehen Blutgefäße in die Leber.

§. 535.

In dem Unterleibe befinden ſich ferner außer dem Gedärmſacke die **Nieren**, **Harngänge**, und die **Urinblaſe**. 1.) Die **Nieren** (Renes) ſind zween ſo ziemlich feſte, und dunkelrothe Körper, die in den Lenden liegen, die eine auf der rechten Seite unter der Leber, und die andere auf der linken unter dem Milze. 2.) Von außen ſind ſie einer Rinde ähnlich, unter dieſer Rinde iſt ihre Struktur röhrchenförmig, und tiefer drinnen wärzchenartig (papillaris). 3.) Die Beſtandtheile der Nieren ſind Blut- und Pulsadern, Waſſergefäße, und Nerven. 4.) Die Nieren communiciren mit verſchiedenen Theilen durch ihre Gefäße, und endigen ſich in zween membranöſe Kanäle die **Harngänge** (vreteres), welche bey ihrem Anfange in den Nieren das Beck (pelvin) machen, den Durchmeſſer eines Kieles haben, und ſich nach einer Krümmung in den Hals der Urinblaſe erſtrecken. 5.) Die **Urinblaſe** endlich iſt ein membranöſer Sack, welcher in dem unterſten und vorderſten Theile, oder vielmehr in einem Anhange des Unterleibes außer dem Darmfelle liegt, und eine ovalrunde Figur hat. 2.) An dem vorderſten iedoch nicht dem unterſten Theile der Blaſe fängt ſich durch eine enge Oeffnung ein neuer Kanal der **Urinblaſe** (Vrethra) an; in welchem man zwar noch keine Klappe entdecket hat, doch iſt er mit mehrern Fleiſchfaſern in ſeinem ganzen Umfange umgeben.

II. Kapi-

II. Kapitel.

Von den Verrichtungen dieſer Theile.

I. Von den Verrichtungen der Nerven allein.

§. 536.

Verſuche und Erfahrungen. I. Wenn der Nerve, der zu einem gewiſſen Sinne, z. B. zum Auge, Ohr ꝛc. hingehet, gedrückt, oder gar abgeſchnitten wird: ſo iſt in dieſem Sinne alle Empfindung dahin. 2.) Eben das gilt von jedem andern Theile des Körpers, wenn der Nerve der ſich dahin verbreitet, gedrückt, gebunden, oder abgeſchnitten wird. 3.) Durch einen größern Druck des ganzen Gehirnes wird alle Empfindung im ganzen Körper aufgehoben. 4.) Die Empfindung iſt an den Orten, wo ſich mehrere Nerven befinden, auch ſtärker, als da, wo ſie ſeltner ſind. II. Auf der ganzen Zunge ragen ſehr viele Nervenwärzchen von verſchiedenen Figuren hervor. An dem hinterſten Theile der Zunge ſind ſie einem umgekehrten Kegel ähnlich, härter, und zur Empfindung minder geſchickt. Auf der obern Fläche der Zunge ſind ſie kleiner, ſchwammenförmig, und gegen den vordern Theil der Zunge immer ſpitziger; rings aber an dem Rande der Zunge ſtehen ſie ſehr dicht in divergirenden Linien aneinander. III. Die ganze innere Naſe iſt mit einer Membrane überkleidet, in welche ſehr viele und weiche Nerven eingewebt ſind.

Folgeſätze. I. Nur die Nerven ſind die eigentlichen Werkzeuge des Empfindens (n. 1. 2. 4.)

II. Da die Seele als eine einfache Subſtanz unmöglich durch den ganzen Körper ausgedehnet werden kann: ſo

muß die Empfindung durch die Nerven bis an den Ort fortgepflanzet werden, wo ſich die Seele aufhält, und die Nerven müſſen eben dahin alle zuſammenkommen.

III. Nur im Gehirne kommen alle Nerven zuſammen; hier muß man alſo auch den Sitz der Seele vermuthen, und nirgend anders.

IV. Der eigentliche Punkt aber im Gehirne wieder ſelbſt, wo die Seele ſich aufhält, läßt ſich nicht beſtimmen; denn die Nerven theilen ſich zuletzt in kleine Fäſerchen, die man auch mit keinem Mikroſkope verfolgen kann. Vielleicht iſt dieſer Punkt auch nicht immer der nämliche.

V. Die Seele mag aber nun ſeyn, wo ſie will, ſo muß die Aenderung, die in dem äußerſten Theile des Nervens vorgeht, entweder durch die Wirkung des Nervens ſelber, oder durch einen ſehr feinen flüßigen Körper in dem Nerven, bis zum Sitz der Seele fortgepflanzet werden.

* Für dieſen ſehr feinen flüßigen Körper, den ſie den Nervenſaft (fluidum nerveum) nennen, ſtehen viele der berühmteſten Aerzte neuerer Zeiten mit H. v. Haller; dem ungeachtet hat dieſe Meinung auch ihre großen, und wichtigen Gegner, denen das Daſeyn dieſes Nervenſaftes noch lange nicht hinlänglich bewieſen zu ſeyn ſcheint, und die das Geſchäft der Fortpflanzung hinlänglich durch eine zitternde Bewegung der kleinſten Theilchen im Nerven zu erklären glauben. Sie geben es wohl zu, daß es nicht Schwingungen der ganzen Nervenfiber ſeyen, die die Empfindung fortpflanzen; aber die Schwingungen der kleinſten Theile ſcheinen

ihnen faſt auf eben die Weiſe möglich zu ſeyn, wie der kleinſte Stoß an einen langen dicken Balken von einem Ende bis zum andern mit der größten Geſchwindigkeit fortgepflanzt wird, ohne daß man eine Zwiſchenzeit bemerket, obgleich der Balken auf verſchiedenen Unterſätzen aufliegt, und rings um mit andern Hölzern umgeben iſt. Darum, daß der Nerve nicht hart iſt, kann man ihm die Elaſticität nicht abſprechen (§. 84. II. Anm.); Was iſt z. B. weniger hart, als eine Sulze? gleichwohl iſt ſie in einem hohen Grade elaſtiſch.

VI. Die **Deutlichkeit**, die **Heftigkeit** und **der Nachdruck der Empfindung** liegt theils in der Vielheit der Nerven, auf welche die Wirkung geſchieht, theils in der Stärke der Wirkung ſelbſt auf dieſe Nerven.

§. 537.

Die **verſchiedenen Arten von Empfindung**, ich verſtehe, das Sehen, Hören, Riechen 2c. können ihren zureichenden Grund theils in der Verſchiedenheit der Nerven ſelbſt, ihrer Lage, und übrigen Einrichtung, theils auch in der Verſchiedenheit der Eigenſchaften und Wirkungen iener Körper haben, welche auf die Nerven wirken. Sind die Nerven verſchieden: ſo können ſie ſich in verſchiedenen obgleich ganz kleinen Theilchen des Hirnes endigen, und von verſchiedenen Orten her einen eigenen Eindruck machen. Geſchieht die Wirkung auf feinere oder dichtere Faſern, auf Nerven, welche bloß liegen, oder mit einer Feuchtigkeit umgeben ſind; auf Nerven, die gleichſam ein Netzgewebe ausma-

 chen,

chen, oder nur in einzelnen Faſern dem wirkenden Körper bloß geſtellt ſind, wie kann die Fortpflanzung der Empfindung anders als nach allen dieſen Theilen verſchieden ſeyn? — Auf das Netzchen im Auge wirken nur Lichttheilchen, auf die Nerven im Ohre nur Lufttheilchen, und zwar nur die Lufttheilchen, die in einer ſchwingungsförmigen Bewegung herankommen; auf die Nerven in der Naſe nur diejenigen Theilchen, die mit der Luft aus dem düftenden Körper in die Naſe angezogen werden, auf die Zunge nur die Salze, die ſich in trink- und eßbaren Körpern befinden, u. ſ. f. Man kann alſo eine neue Verſchiedenheit der Empfindung aus den auf die Sinne wirkenden Körpern, und der Art ihrer Wirkung begreifen. Ueberhaupt ſieht man die Möglichkeit verſchiedener Empfindungen ein, ob ſie gleich alle durch die Nerven geſchehen.

* Wie es mit dem **Sehen** und **Hören** hergehe, davon iſt das Nöthige bereits ſchon geſagt worden (vom Sehen §. §. 332 — 336.) vom Hören (§. §. 403 — 404). Wir **riechen** eine Sache, wenn die in der Luft befindlichen Theilchen des Körpers mit der Luft in die Naſe und an die Geruchsnerven kommen: von dem dort befindlichen Schleime aufgefangen: oder etwa wohl gar noch mehr aufgelöſet werden (ſ. vorg. Beob. III.) Der Geſchmack entſtehet, wenn der Speichel, und die Feuchtigkeit, die immer auf der Zunge liegt, mit mehrern Salzen geſättiget werden, und nach Verſchiedenheit der Salzen einen verſchiedenen Eindruck auf die abermal verſchiedenen Nervenwärzchen machet (eben dort. II. Beob.). Das **Gefühl** iſt am ganzen Leib-

Leibe (Haare, Nägel, und alle iene Theile, in welchen keine Nerven gefunden werden, ausgenommen) und zwar an ienen Theilen feiner und eindringlicher, an denen mehrere feinere und mehr entwickelte Nerven ſind.

§. 538.

Das Angenehme der Empfindung läßt ſich vielleicht durch dieienige Ordnung und Proportion erklären, in welcher die Theilchen eines ieden einzelnen Nervens, oder auch mehrere größere Nerven zuſammenzittern. Bey der Empfindung, oder vielmehr bey der Aenderung, die in dem Körper mit der Empfindung vorgehet, läßt ſich weiter nichts denken, als Nerve, und Bewegung des Nervens; durch den nämlichen Nerven geſchieht aber ſowohl die angenehme, als die unangenehme und ſchmerzliche Empfindung; die Urſache des Angenehmen liegt alſo nicht in dem Nerven bloß und in ſich betrachtet. In der Bewegung läßt ſich nichts, als Richtung, und Geſchwindigkeit, oder, wenn ſie ſchwingungsförmig iſt, die Größe der Schwingungen unterſcheiden; Nun mag man aber wohl durch die Größe der Geſchwindigkeit oder auch der Schwingungen den Grad, die Größe der Wolluſt, und des Schmerzens erklären (§. 536. VI.); keineswegs aber ihre Natur. Es ſcheint uns alſo nichts übrig zu bleiben, als daß wir dieſe aus der Ordnung und dem Verhältniße erklären, nach welchen 1.) die Schwingungen (oder was immer für eine Art von Bewegung) in ieden einzelnen Nerven vorgehen, und 2.) welche ſelbſt in der Bewegung mehrerer Nerven herrſchet; denn bey einer iedweden Empfindung werden mehrere Nerven zugleich bewegt,

und zwar nach Verſchiedenheit des Organums bald viele bald wenige; ordentlich oder unordentlich. Ein ordentlicher, proportionirter Eindruck alſo, den die Nerven auf unſere Seele machen, heißt eine angenehme ſinnliche Empfindung haben. — Daß es in den Schwingungen der Nerven eine Ordnung gebe, und daß ſie ordentlich auf die Seele wirken, das läßt ſich leicht aus dem abnehmen, was ich oben ſchon bey dem Schalle (§. 391.) geſaget habe. Gewiß, die Aehnlichkeit mit dem, was ich dort von der Harmonie feſtſetzte, ſcheinet über dieſe allgemeine Erklärung Licht und Wahrſcheinlichkeit zu verbreiten (a).

I. Je größer die Ordnung in der Bewegung der Nerven iſt, deſto höher muß das Vergnügen ſteigen; wenn alſo in iedem einzelnen Nerven die kleinſten Theilchen ordentlich zittern, und zugleich mehrere Nerven miteinander in einer übereinſtimmenden Ordnung beweget werden: ſo wächſt die Empfindung bis zur Wolluſt an.

II. Das **Unangenehme** und **Schmerzliche** hingegen ſcheint ſeinen hinreichenden Grund in der Unordnung zu haben, in welcher die Nerventheilchen zittern. Die einem geübten Ohre unerträgliche Disharmonie, das Heulen und Winſeln der Hunde, der Schmerz, den ſie von disharmoniſchen Tönen empfinden, und mehrere dergleichen Beobachtungen auch an den übrigen Sinnen laſſen uns an der Richtigkeit dieſer Erklärung beynahe nimmer zweifeln.

III. Wir werden uns endlich **gleichgültig** bey einer Empfindung verhalten, wenn weder eine beſondere Ordnung noch eine Unordnung in den Schwingungen herrſchet.

Doch

(a) Sieh in Mendelsſohns phil. Schriften den 10. Brief.

Doch bey allem dem bleibt uns noch eine wichtige Frage zu beantworten übrig, nämlich: wie ein körperlicher Nerve auf eine ganz einfache und geiſtige Subſtanz, als unſere Seele iſt, wirken könne? — Dieſe Frage verliert einen großen Theil des Unbegreiflichen, wenn wir annehmen, daß die Seele, als ein vortreflicheres Weſen neben ſeinen übrigen Erkenntniß- und Begehrungskräften auch noch dieienige Kräfte beſitze, welche einem körperlichen einfachen Elemente (§§. 1 — 11.) eigen ſind. Gewiß, ich ſehe nicht, warum das vollkommnere Weſen neben ſeinen Vorzügen nicht auch die Vollkommenheiten eines minder vollkommenen Weſens participiren können ſolle: ſo wenig ich begreifen kann, daß ich zwo verſchiedene Vollkommenheiten in einem und dem nämlichen Weſen widerſprechen ſollen. Läßt man aber dieſes von der Seele gelten: ſo iſt die Wirkung des Nervens ohne Mühe zu erklären. Die Seele hat ihre zurücktreibende Kraft, die ſich ſphäriſch in einige Entfernung erſtrecket; gehet nun in dem Nerven eine zitternde Bewegung vor, ſo wird der äußerſte Theil dieſes Nervens in ſeinem Zittern immerdar verſchiedene Abſtände von der Seele erhalten, und alſo auf die Seele nothwendig verſchieden wirken, weil die zurücktreibende Kraft mit der Entfernung in einigem Verhältniße ſtehet (§. 11.). 2.) Ob ſich nun ferner gleich die Nerven nicht in untheilbare Punkte endigen können: ſo hat dennoch die zurücktreibende Kraft der Seele einen ſehr theilbaren Wirkungskreis, folglich

könnte

könnte ſie auch die Wirkungen der Nerven empfangen. (a)

II. Von den Verrichtungen der Muskeln und Nerven zuſammen.

§. 539.

Verſuche über die Bewegung der Muskeln. 1.) Die Muskeln werden in eine ſehr heftige Bewegung verſetzet, alsbald der Nerv, der ſich derſelben mittheilt, gereitzet wird. 2.) Wird er aber abgeſchnitten, oder auch nur gebunden, oder wird das Hirnmark gedrucket: ſo läßt ſich der Muskel, oder vielmehr alle dieienigen Muskeln, die vorher von dieſem Nerven bewegt wurden, durch nichts mehr in ähnliche Bewegungen verſetzen. 3.) Löſet man aber das Band wieder auf, oder reizt man den abgeſchnittenen Nerven unter dem Schnitte: ſo erhält er ſeine vorige Bewegung zurück (b).

I. **Die Muskeln werden unmittelbar durch die Nerven, mittelbar aber durch eine wirkende Kraft im Gehirne bewegt;** denn iede Aenderung im Nerven zieht auch eine Aenderung in dem Muskel, und der Druck des Gehirnes die Unthätigkeit aller Muskel nach ſich (n. 1. 2.).

II. **Die letzte Urſache von den freywilligen Bewegungen iſt in dem Menſchen ohne Zweifel die Seele,** welche

---

(a) Man ſehe hierüber Stattlers Metaphyſik. P. IV. Pſychologia C. VII.

(b) Halleri Phiſiol. Tom. V. L. XI. S. II. III.

welche unmittelbar auf die Nerven, und durch dieſe auf die Muskeln wirket.

III. Es ſcheinen aber auch **die nicht freywilligen Bewegungen urſprünglich** (großen Theils) **von der Seele abzuhangen**; weil auch die zu dieſen erforderlichen Nerven vom Gehirne ausgehen, und man von dieſen Nerven die nämlichen Verſuche hat.

IV. **Die Muskeln ſind die Werkzeuge aller Bewegungen in dem menſchlichen Körper**; ſie befinden ſich an allen beweglichen Theilen des Körpers, und alle Bewegung wird unmöglich, ſobald ihre Thätigkeit durch Binden oder Abſchneiden des Nervens gehemmet wird.

§. 540.

Fernere Beobachtungen über die Art der Bewegung der Muskeln. 1.) Indem der Nerve auf den Muskel wirkt, ziehen ſich die Fibern zuſammen und der ganze Muskel wird gefaltet, kürzer, und härter, folglich werden auch die Sehnen, in die ſich viele Muskel endigen, geſpannt. 2.) Der Muskel bleibt in dieſem Zuſtande, ſo lange der Theil, der durch ihn bewegt wird, in der nämlichen Stellung bleibet, in die er durch das Zuſammenziehen des Muskels gebracht wurde. 3.) Durch dieſe Abänderung der Muskeln, werden einige Glieder des thieriſchen Körpers fähig gemacht, die größten Laſten zu tragen, und zu bewegen.

I. **Dieſes Zuſammenziehen der Muskeln** (n. 1.) **iſt eine Wirkung der Nerven**, und entfernter eine Wirkung

kung der Seele, die auf den Nerven ſo wirket, daß dieſer im Stande iſt, den Muskel nach der Länge abzukürzen, und in die Breite auszudehnen.

II. Die Gewalt, mit welcher dieſes geſchieht, muß entweder ſelbſt in ſich der Laſt gleich ſeyn, welche gehoben wird (n. 3.); oder es muß wenigſtens in den Knochen eine Aenderung durch das beſagte Zuſammenziehen ꝛc. hervorgebracht werden, durch welche dieſe große Kraft erhalten wird.

* Eben dieſes aber iſt es, was ſich ſelbſt nach dem Geſtändniße des großen H. v. Haller kaum iemal hinlänglich wird begreifen laſſen, und von dem man wohl nichts, als bloße Muthmaſſungen angeben kann. H. v. Haller (a) bemühet ſich, die Sache durch den Nervenſaft zu erklären, und vermuthet: dieſer werde von dem Hirne in die Muskeln mit ſo einer großen Geſchwindigkeit hingebracht, die mit der kleinen Maſſe des höchſt feinen Nervenſaftes ein Produkt, d. i. eine Größe der Bewegung (§. 163. I.) machet, die den Wirkungen der Muskeln gleich kömmt. Eben darum eignet er auch den Muskeln eine beſondere Eigenſchaft, die Irritabilität oder Reizbarkeit zu, die von aller Elaſticität verſchieden iſt. Allein mir iſt das Daſeyn eines Nervenſaftes noch immer bedenklich (§. 536. Anm.), und die Beſchwerniß ſcheint mir auch dadurch noch wirklich nicht gehoben zu werden; denn wenn ich be-

(a) Eben dort T. IV. L. X. Sect. VIII. §§. V. XIX.

begreifen kann, wie die Seele den Nervenſaft in eine Geſchwindigkeit verſeßet, die mit dem höchſt feinen und auch einem bewaffneten Auge unſichtbaren flüßigen Körper ein Produkt mache, das der Wirkung von vielen Zentnern gleichkömmt; ſo ſcheint mir auch das nimmer unbegreiflich, wie die Seele unmittelbar auf die Nerven wirke, und durch dieſe die Muskeln um ſo mehr zuſammenziehe, da faſt auf iede einzelne Fiber des Muskels eine beſondere Nervenfaſer wirkt. Ich ſtelle mir die Sache beyläuftig ſo vor. Jede Faſer des Nervens wirkt auf eine Fiber des Muskels, und biegt ſie mit einer größern Gewalt, als ſie an ihren äußern Theilen zurückgehalten wird; die Entfernung der äußerſten Ende dieſer Fiber wird alſo kleiner, und in der Mitte entſteht eine Krümmung. Da nun dieſes in allen Fibern vorgehet, und dieſe im Bauche des Muskels von den Nervenfaſern nach verſchiedenen Richtungen gekrümmt, und gebogen werden: ſo muß der ganze Muskel kürzer, und zugleich in dem Bauche dicker, und härter werden. Hiezu aber ſehe ich nicht, warum noch eine andere Kraft neben einer größern Elaſticität der Fibern nöthig ſeyn ſollte. Dieſe Elaſticität vermindert ſich in den Fibern der Muskeln außer dem Körper ſo, wie die Austrocknung dieſer Fibern vorgehet (§§. 90. 91.); die zitternde Bewegung der Muskeln aber hat den nämlichen Grund, den ich für die ſchwingungsförmige Bewegung überhaupt ſchon öfters angegeben habe (§. 28. 384. 385.) Aber die ſo ausnehmende Größe der Kraft? — Dieſe ſcheint

mir auch durch den Nervenſaft nicht hinlänglicher erklärt zu werden. Nach dem Begriffe, den ich hier gegeben habe, läßt ſich muthmaßen, daß die Laſt von von den Muskeln ſelbſt nicht getragen, ſondern die beweglichen Knochen in eine Lage gebracht werden, in welcher ſie als mechaniſche Werkzeuge nach den Geſetzen des Gleichgewichtes die Laſt ſo lange heben, als ſie darinne erhalten werden. So kann z. B. ein bewegliches Rad ein ſehr großes Gewicht tragen, wenn die Zähne deſſelben auch nur durch eine ganz kleine Kraft in die Zähne eines andern unbeweglichen Rades paßend hineingeſchoben werden, und ſo das ganze Rad befeſtiget wird. Selbſt die ſpitzigen Winkel, unter denen die Muskeln mit den Knochen verbunden ſind, ſcheinen die Muskeln vielmehr zur Bewegung, als zur Erhaltung des Gleichgewichts geſchickt zu machen. In tiefere Unterſuchungen will ich mich aber hier nicht einlaſſen. Man hat die Phyſik des menſchlichen Körpers zu einer beſondern mediciniſchen Wiſſenſchaft gemacht.

Von den Verrichtungen der Lunge.

§. 541.

Beobachtungen über das Athmen (Reſpiratio). Indem wir die Luft **einathmen**, werden alle Rippen erhöhet, das bewegliche Zwerchfell wird abwärts bewegt, und ſo die ganze Bruſthöhle auf doppelte Art erweitert. 2.) Das Gegentheil von allen dem geſchieht, wenn wir die Luft wieder **aushauchen**, oder **ausſchnauben**. 3.) Bey der Bewegung der Rippen, und des Zwerchfelles, werden die Muskeln,

keln, aus denen das Zwerchfell beſteht, und welche an den Rippen angebracht ſind, immer wechſelweiſe abgekürzt, und verlängert.

I. Auch das Odemholen geſchieht zum Theil durch eine der Seele eigene Kraft, mit der ſie die Nerven, und mittelbar die Muskeln bewegt (§. 539. I.).

II. **Bey der Erweiterung der Bruſthöhle muß nothwendig von außen Luft in die Lunge eintretten;** denn das Gleichgewicht des Druckes zwiſchen der innern und äußern Luft wird durch dieſe Erweiterung aufgehoben, indem die innere Luft ausgedehnt, und ihr Gegendruck geſchwächet wird; die äußere Luft muß alſo durch die Luftröhre in die Lunge, wo ihr allein ein Weg offen ſteht, eindringen. Die Luftröhre vertheilet ſich ferner durch zween Hauptäſte in die zwo Lungen; dieſe aber theilen ſich wieder in ſehr viele kleine Aeſte, die mit ausdehnbaren Luftbläschen eine Communication haben; es müſſen alſo auch dieſe Luftbläschen bey dem Eintritte der äußern Luft ausgedehnt werden. Und das iſt eigentlich das **Einathmen.**

III. Bey nachlaſſender Wirkung der Muskeln fällt die vorher erweiterte Bruſthöhle durch die elaſtiſche Kraft der Theile wieder zuſammen; die eingetrettene Luft wird in der Lunge erwärmt und ausgedehnt; ſie muß alſo aus dieſem zweyfachen Grunde wieder ausgeſtoßen werden; und **das iſt eigentlich das Ausathmen.**

IV. Dieſes wechſelweiſe Ausdehnen, und Zuſammenfallen der Lunge muß nothwendig auf die beyden Lungenblut-

gefäße die Blut= und Pulsadern eine Wirkung machen, und eben dadurch die **Bewegung des Geblütes befördern;** denn bey iedesmaligen Einathmen wird das Blut von der Lunge leichter eingenommen, und beym Ausathmen gegen das linke Herzohr fortgeſchicket.

Von andern wichtigern Verrichtungen des übrigen Eingeweides.

§. 542.

Beobachtungen und Erfahrungen von der Verdauung. 1.) Die Speiſen werden ſchon vorher, ehe ſie dem Magen zum Verdauen übergeben werden, im Munde durch die Zähne zermalmet, und mit verſchiedenen ſalzigen, und öhlichten Säften vermiſcht, welche aus den Glandeln im Munde ſowohl, als aus dem Schlunde durch den Druck heranfließen. 2.) Der Magen bleibt nach dem Empfange der Speiſen bey dem Schlunde durch häufigere Fleiſchfaſern und ſelbſt durch ſeine Lage, beym Anfange der Gedärme aber durch Klappen genau verſchloßen. 3.) Durch die an ihm anliegenden Eingeweide, das Herz, die Leber, und das Milz wird die Wärme des Magens immer in einem Grade erhalten, der dem ienigen gleichkömmt, durch welchen das Ey unter der Henne ausgebrütet wird. 4.) Bey der wirklichen Verdauung wird die in den Speiſen fixirte Luft frey gemacht, mit der übrigen Maſſe aber der Magenſaft vermiſchet. 5.) Es kömmt auch nicht ſelten ſogar aus dem Zwölffingerdarme Galle zurück. 6.) Die Vermiſchung der kochenden Theile wird noch mehr durch das wechſelſeitige wurmförmige Zuſammenziehen und Ausdehnen des Magens

(mo=

(motum periſtalticum) befördert, wozu auch noch der beym Athmen ſtäts wiederholte Druck des Zwerchfelles kömmt (§. vorg. 3.). 7.) Durch alles das wird endlich eine muſichte, übelriechende ſäuerlichte Maſſe in dem Magen zubereitet, welche ſchon im Magen einigermaſſen zu faulen anfängt.

I. **Die Speiſen werden** alſo in dem Magen voneinander **getrennt, und aus ihnen verſchiedene Säfte zubereitet**, die mit den übrigen feſtern Theilen vermiſchet ſind.

II. Die Auflöſung und Zerſtörung der Speiſen, oder vielmehr die Zubereitung dieſer Maſſe hat nicht nur verſchiedene **auflöſende Säfte** (1. 5.) und die austrettende ſehr **elaſtiſche Luft** (n. 4.) welche in dem geſchloſſenen Magen durch ihren Druck noch ſtärker wirket, zum Grunde, ſondern es trägt auch die **Wärme** (n. 3.), und ſelbſt der **Druck** des Magens ſehr vieles dazu bey. Es iſt dieß bereits an mehrern Orten von iedem dieſer Stücke inſonderheit gezeiget worden, und zwar von den **Säften** (§. 96. 100.), von der **Wärme** (§. 112. n. 4.), von der **Luft** (§. 115. n. 4.), und endlich von der Bewegung des Magens (Eben dort n. 5.). Daß es der Verdauung zuträglich ſey, wenn der Magen geſchloſſen iſt, davon überzeugt uns Papins Maſchine.

III. Iſt die verkochte Maſſe durch die Wirkung der Muskeln des Magens, und vieler andern, die ſich bey der untern Oeffnung des Magens befinden, hauptſächlich aber durch den Druck des Zwerchfelles und der Muskeln des untern Bauches in den Zwölffingerdarm fortgetrieben worden: ſo müſſen die Haarröhrchen (§. 533. n. 1. 2.) den Milchſaft

 noth-

nothwendig einſaugen (a), und bis zum pequetiſchen Behältniß fortführen (§§. 207.—213.).

IV. Durch die nämlichen anziehenden Kräfte wird eben dieſer Milchſaft aus dieſem ſeinem eigenen Behältniße von dem ſenkrecht aufſteigenden Kanal (§. 533. n. 3.) aufgenommen, und erhöhet, bloß mit dem Unterſchiede, daß hier hauptſächlich die Klappen, und die ganz nahe große Pulsader durch den Druck in ihrer beſtändigen Bewegung ſehr vieles beytragen, und den Uebergang in die linke Achſelblutader befördern müſſen. Die übrige Maſſe, von welcher der Milchſaft durch die vielen Haarröhrchen in den dünnern Gedärmen ſchon abgeſöndert iſt, wird durch die wurmförmige Bewegung in den dickern Gedärmen immer fortgedrückt, ihre Bewegung aber durch eine aus den Gedärmen mitgetheilte Feuchtigkeit erleichtert; welche auch mit dem mäßigen Grade der Wärme ihre Fäulung befördert.

§. 543.

Beobachtungen über den Umlauf des Geblütes. 1.) Das Herz, und alle Pulsadern werden immer wechſelweiſe zuſammengezogen, und ausgedehnt (motu ſiſtoles & Diaſtoles); denn da das Herz zuſammengezogen wird, werden die Pulsadern ausgedehnt, und dieſe fallen zuſammen, da ſich ienes ausdehnet; bey iedesmaligen Zuſammenziehen wird wenigſtens ein Skrupel Blut aus dem Herzen ausgedrückt; da nun dieſes Zuſammenziehen, und Ausdehnen beynahe in einer Secunde vollbracht wird: ſo fließen in einer einzi-

(a) ſieh auch über dieß meine Abhandl. de vaſis capill. P. II. C. II.

einzigen Stunde 3600 Skrupel, und in einem ganzen Tage 300 Pfunde Blut aus dem Herzen. 2.) Unterbindet man z. B. in einem aufgeſchnittenen Hunde die große Pulsader: ſo ſchwillt das Herz auf; es fällt aber die rechte Herzkammer zuſammen, wenn die hohle Blutader unterbunden wird. 3.) Sprißet man in den abgeſchnittenen Aſt der Pulsader Blut, oder Waſſer ein: ſo kömmt dieß in kurzer Zeit in das Herz zurück, und fließt abermal aus demſelben aus. 4.) Die Klappen der Pulsadern können nur gegen das Herz, und die Klappen der Blutadern nur gegen die entgegengeſetzte Richtung geöffnet werden.

I. **Das Blut wird durch den ganzen menſchlichen Körper,** wo ſich immer Blutgefäße vorfinden, **herumbewegt;** das iſt aus der Structur der Puls- und Blutadern (§. §. 528 — 529.) und aus den hier angeführten Beobachtungen und Verſuchen (n. 1. 2. 3. 4.) gewiß.

II. **Das Austretten des Blutes aus dem Herzen,** und die **Fortbewegung deſſelben in den Pulsadern** muß vorzüglich dem Zuſammenziehen, und Ausdehnen des Herzens, und der Pulsadern zugeſchrieben werden; denn wird der linke mit Blut gefüllte Herzkaſten zuſammengezogen, ſo muß das Blut nothwendig daraus verdrängt, und in die große Pulsader fortgetrieben werden. Da nun bey iedesmaligen Zuſammenziehen des Herzens die Blutadern ausgedehnt, und im Gegentheil bey dem Ausdehnen des Herzen, die Blutadern zuſammengezogen werden, und auch dieſe mit ihren Klappen verſehen ſind; ſo wird in ihnen das Geblüt aus der nämlichen Urſache immer mehr von dem Herzen gegen die äußere Theile ſo, wie ſelbſt die Pulsadern fortlaufen, gefüh-

 ret,

ret, und entweder durch die äußerſte, und feinſte Oeffnung der Harröhrchen, in die ſich die Pulsadern endigen, ausgedrückt, oder gleich unmittelbar in die vereinigten Röhrchen der feinſten Blutadern gebracht.

III. Die Haarröhrchen der Pulsadern ſtehen ſowohl in den innern Theilen, als auch an der äußern Fläche des Leibes offen, und ſind nebenbey ſo fein; daß nur das Wäßrichte deſſelben durchdringen kann. Hieraus begreift man warum es eine **innerliche** und eine **äußerliche** Ausdünſtung gebe, die bald unmerklich, bald **merklich** iſt, ie nachdem bald wenig bald viel Waſſer aus den Haarröhrchen austritt, daß es von der Luft zu gleicher Zeit aufgelöſt, oder nicht aufgelöſt werden kann, in welchem leztern Falle es ſich in Tropfen ſammeln wird.

* Dem mühſamen, und langwierigen Beobachten des H. **Sanctorius** haben wir die Beſtimmung zu verdanken, daß von einem geſunden Menſchen auch durch die unmerkliche Ausdünſtung $\frac{5}{7}$ von den genoßenen Speiſen, und Getränken abgeſöndert werden.

§. 544.

Der Rücklauf des Geblütes, oder auch anderer Säfte, die ſich mit dem Blute vermiſchen, **in das Herz,** hat mehrere Urſachen. 1.) Die anziehenden Kräfte, die in den kleinen Faſern der Blutadern nach den Geſetzen der Haarröhrchen wirken. 2.) Das neue aus den Pulsadern zugeführte Geblüt. 3.) Den Druck anderer in der Nähe liegenden Theile, ſonderbar der bewegten Pulsadern. 4.) Und endlich ſelbſt die wech-

ſelweiſe

ſelweiſe ausgeleerten Höhlen des Herzens. Das erſte dieſer Stücke bedarf keiner Erklärung mehr. 2.) Das immer neuerdings herangeführte Blut der Pulsadern muß von den Blutadern auch immer eingeſogen, oder wenn die Pulsadern unmittelbar mit den Blutadern communiciren, in dieſe ausgedrückt werden. 3.) Der Druck nahe liegender Pulsadern, oder auch der Druck der Reſpiration, oder einer andern freywilligen Bewegung treibt das Blut in den vollen Adern nach dem Herzen zu, dahin der Widerſtand kleiner iſt, weil ſich die Kläppchen auch nur gegen das Herz zu öffnen. 4.) Wenn die linke Herzkammer durch ihr Zuſammenziehen das Blut in die Lungenpulsader ausſchüttet, und bey dem folgenden Ausdehnen eine erweiterte leere Höhle machet: ſo muß das Blut, daferne auch keine andere Urſache vorhanden wäre, ſchon durch ihre eigne Schwere aus dem Herzohre in die Herzhöhle, und in das Herzohr aus der hohlen Blutader übergehen; dieſe aber wieder neues Blut von den andern Theilen erhalten. Man ſieht alſo hier, was auch die bloße Communication der Blutadern mit dem Herzen zum Rücklaufe des Geblütes beyträgt.

I. In der Lungen Puls- und Blutader ſind ganz gleiche Urſachen, wie in den übrigen Puls- und Blutadern vorhanden (§. 541. IV.); Die Erklärung alſo, wie das Blut aus dem Herzen in die Lunge, und von dieſem wieder in die linke Herzkammer durch das linke Herzohr komme, iſt auch hievor vollkommen die nämliche.

II. Wir ſind auch nun in den Stand geſetzt, den Weg des umlaufenden Geblütes näher zu beſtimmen. Der Milchſaft wird aus der verdauten Maſſe in den Gedär-

men durch die Haarröhrchen faſt eben ſo eingeſogen, wie der Nahrungsſaft von den Wurzeln einer Pflanze aus der Erde. Durch die Haarröhrchen wird er in das pequetiſche Behältniß, und aus dieſem durch den Bruſtkanal in die linke Schlüßelader gebracht, und mit dem Blute vermiſchet; von da er ſodann in die obere hohle Blutader ausgehoben wird, in welcher er in das rechte Herzohr, und aus dieſem in die rechte Herzkammer fließet. Aus dem Herzen wird das Blut durch das Zuſammenziehen in die Lungenpulsader, ausgedrückt, und in dieſer in die Lunge fortgetrieben. Das wechſelweiſe Ausdehnen und Zuſammenziehen der Lunge erhöhet das Blut abermal in die linke Herzkammer, aus der es in die große Pulsader kömmt, und von dieſer in ihren vielen Aeſten durch alle Theile des Körpers verſchicket wird.

§. 545.

In dieſem Umlaufe werden einerſeits von dem Blute in verſchiedenen Theilen verſchiedene flüßige Körper abgeſöndert 2.) andrerſeits aber andere mit ſelben neuerdings vermiſchet, und 3.) ſelbſt den feſten Theilen Wachsthum und Nahrung ertheilet. Denn 1.) die Pulsadern führen das Geblüt in alle Abſönderungs-Werkzeuge hin, aus denen zwar die Blutadern vieles Blut zum Herzen zurückführen; deſſen ungeachtet aber bleiben doch immer in dieſen Theilen eigene und beſondere flüßige Körper zurück; z. B. in den Nieren der Urin, in der Leber, und dem Galleſäcklein die Galle ꝛc.; es läßt ſich alſo nicht zweifeln, daß eben dieſe flüßige Körper von dem Blute in dieſen Theilen abgeſöndert, und ſodann in ihre beſondere Gefäße durch

eine ähnliche Urſache, wie das Blut, fortgebracht werden; ſo kömmt z. B. der Urin von den Nieren, wo er abgeſöndert wird, durch die Harngänge in die Urinblaſe. Die Urſache der Abſönderung ſelbſt von dem Geblüte mag wohl nichts anderes, als das ſtärkere Anziehen der Abſönderungs-Werkzeuge auf die mit dem Blute ſchwächer verbundenen flüßigen Theile ſeyn, wodurch dieſe in ſelbe eingeſogen werden. 2.) Die fremden Theile aus den Gefäßen z. B. aus dem Galleſäcklein, der Leber, der Gekrösdrüſe ꝛc. werden ſchon in dem Zwölffingerdarm mit dem Milchſafte, und in der Folge mit dem Blute vermenget. Es endigen ſich ferner an der äußern Oberfläche des Körpers nicht nur die feinſten Röhrchen von Pulsadern, oder ausduſtende Gefäße (§. 543. III.); ſondern auch Röhrchen von Blutadern, oder einſaugende Gefäße (§. 529.), welche aus der Luft Feuchtigkeiten an ſich ziehen (wie uns deſſen die Wirkungen der Pflaſter, und verſchiedene Krankheiten, z. B. die Waſſerſucht verſichern) die alsdann in größere Gefäße gebracht, und mit dem Blute vermiſchet werden. 3) Daß auch die feſten Theile des Körpers, von was Art ſie immer ſeyn mögen, ihre Vermehrung aus dem Blute erhalten, läßt ſich deßwegen nicht in Zweifel ziehen, weil die genommene Nahrung, Speiſe und Trank mit dieſen Theilen keine andere Verbindung haben. Das Blut wird aber in alle Theile durch die Pulsadern gebracht, aus dem ſodann ein ieder die ihm ähnlichere Theilchen anzieht, und ſich durch dieſelben vermehret.

§. 546.

Die natürliche Wärme endlich **entſteht durch die beſtändigen Bewegungen**, die in den verſchiedenen feſten

und

und flüßigen Theilen des Körpers immerdar anhalten. Das Herz, und alle Pulsadern, die Lunge, der Magen, die Gedärme ꝛc. ſind in einer beſtändigen Bewegung; ſelbſt mit der Aufloſung der Speiſen iſt ſchon eine Bewegung vergeſellſchaftet. Die feſten Theile reiben ſich an andern feſten, und die flüßigen an flüßigen, und feſten Theilen; es darf uns alſo gar nicht wundern, daß immerdar eine Wärme, die an ſich ſelbſt nichts, als eine Bewegung iſt (§. 25.) in gleichem Grade erhalten werde, ſo lange ſich die Bewegung immer gleich bleibt.

* Neben dieſem behalte ich mir noch folgende Stücke mündlich zu erklären vor. 1.) Wie die thieriſche Bewegung der größern Theile die Fäulniß bey einer Wärme, die ihm günſtig war, verhindere; welches ſich doch ſogleich an einem Kadaver anfängt. 2.) Wie durch die äußerliche die innere Bewegung, und ſo auch die Ausdünſtung vermehrt werde. 3.) Warum eine gählinge Kälte dem erhitzten Körper nachtheilig ſey. 4.) Woher die Flüße im Kopfe, und andern Theilen, 5.) Katarrhe ꝛc. entſtehen. 6.) Warum durch Erkältung das Abweichen verurſachet werde ꝛc. ꝛc.

V. Theil.

V. Theil.

Von den ganzen Weltkörpern.

In dem gegenwärtigen Theile werden wir nun nichts mehr mit denienigen Körpern inſonderheit zu thun haben, welche die Beſtandtheile unſerer Erde ausmachen; von dieſen iſt bereits hinlänglich in den vorhergehenden 4. Theilen gehandelt worden. Hier kömmt der Erdball im Zuſammenhange mit den übrigen ganzen Weltkörpern in Betrachtung. Wir werden uns alſo vorher ein deutliches Kenntniß dieſer Weltkörper insbeſondere verſchaffen, und ſie ſodann in ihrer allgemeinen Verbindung betrachten. Vor allen müſſen wir uns aber mit einigen allgemeinen Begriffen und Erklärungen bekannt machen, welche zur Kürze und Deutlichkeit in dem Hernachfolgenden dienen ſollen. Uebrigens habe ich hier noch zu erinnern, daß man in dem gegenwärtigen Theile, von den ganzen Weltkörpern mehr nicht zu erwarten habe, als was man ſonſt zur phyſiſchen Aſtronomie gerechnet hat; darüber iſt aber bereits vollſtändig und rich-

richtig genug in andern Büchern geſchrieben worden, daß ich alſo nichts anderes mehr zu thun hatte, als Auszüge zu machen, und darauf zu ſehen, wie ich das Wichtigſte in einer verſtändlichen Ordnung und mit möglicher Kürze ſagen könnte.

I. Abſchnitt.

Vorläufige allgemeine Begriffe und Erklärungen.

I. Von dem allgemeinen Unterſchiede der Weltkörper.

§. 547.

Beobachtungen. 1.) Wenn wir in einer heitern Nacht den Himmel betrachten: ſo kömmt er uns wie eine hohle Sphäre vor, deren Durchmeſſer ins unendliche geht. 2.) Wir ſehen nach einiger Zeit Sterne am Orient heraufkommen, die wir vorher nicht ſehen konnten, und im Gegentheile andere am Occident untergehen, die wir vorher ſahen. 3.) Gegen Norden bleiben uns einige Sterne immerdar, obgleich nicht immer am nämlichen Orte ſichtbar; denn ſie ſcheinen in ungefähr 24. St. um einen unbeweglichen Punkt herumgedrehet zu werden. 4.) Einige und zwar dieienigen Sterne, welche ein zitterndes Licht haben, behalten unter ſich gegeneinander immer die nämliche Lage, und werden ebenfalls beynahe nach 24 St. wieder an dem nämlichen Orte geſehen. 5.) Die Sonne hingegen, und einige andere Sterne, welche kein zitterndes, ſondern bloß ein glänzendes Licht, gleich dem Monde, haben, verändern ihre reſpective Lage von Occident gegen Orient, kommen aber nach einer beſtimmten Zeit in ihrem

Lauſe wieder in die vorige zurück. 6.) Um einige dieſer beweglichen glänzenden Sternen bewegen ſich wieder andere kleinere Sterne herum, die man nur durch Fernrohre ſieht, gerade ſo, wie ſich der Mond um unſere Erde bewegt, ohne ſie iemal zu verlaſſen. 7.) Die Laufbahnen dieſer kleinern Sternen durchſchneiden die Laufbahn des größern, um den ſie ſich bewegen, in zweenen Punkten.

I. Der zweyten Beobachtung zufolge muß ſich entweder die ganze hohle Sphäre des Himmels von Orient gegen Occident, oder unſer Erdball ſich von Occident gegen Orient in der Zeit = 24 St. um ſeine Achſe drehen.

* Ich werde es unten genau beweiſen, daß ſich nicht die ganze Sphäre, ſondern der Erdball um ſeine Achſe, und noch überdieß iährlich um die Sonne herumbewege. Man wird mirs alſo der Kürze halber erlauben, dieß in einigen nachherfolgenden Erklärungen unterdeſſen vorauszuſetzen.

II. Doch haben einige Sterne neben dieſer allgemeinen noch eine andere ihnen allein eigene Bewegung (n. 5. 6.).

§. 548.

III. Dieienigen Sterne, oder Weltkörper, welche unter ſich gegeneinander immerdar die nämliche Lage behalten (§. vorg. n. 4.), werden **Fixſterne**, welche ſie aber unter ſich, und gegen die Fixſterne abändern, **Planeten** oder **Kometen** genannt. Die Planeten unterſcheiden ſich von den Kometen dadurch, daß ſie täglich, und allemal ſichtbar

ſind, ſo lange ſie der Sonne nicht zu nahe kommen; die Kometen hingegen erſcheinen nur nach Verlauf vieler Jahre eine Zeitlang. Die kleinen Sterne, welche ſich um die Planeten herumbewegen (§. vorg. n. 6.), heißen **Secundarplaneten**, **Trabanten**, oder **Monden**.

II. Einige aſtronomiſche Begriffe.

§. 549.

1.) Von verſchiedenen Punkten.

a.) Die 2 Punkte, um welche ſich die ganze Himmelsſphäre zu bewegen ſcheint (§. 547. n. 3.), werden die **Pole**, der **ſüdliche** und **nördliche** genannt. b.) Die Linie, die ſich von dem einen Pole zum andern denken läßt, iſt die **Weltachſe**. c.) Der Punkt einer ſenkrechten Linie über meinem Scheitel heißt das **Zenith**, und der ihm gerade entgegengeſetzte, **Nadir**. d.) Die Punkte, wo ſich die Laufbahnen zweener beweglichen Sterne durchſchneiden (eben dort n. 7.), ſind die **Knoten** (nodi).

2.) Von verſchiedenen imaginariſchen Ebenen und Kreiſen.

a.) Stellen wir uns eine große zirkuläre Ebene (Planum circulare) vor, welche die ganze Himmelsſpäre in zween gleiche Theile ſo ſchneidet, daß die Weltachſe ſenkrecht durch den Mittelpunkt dieſer Ebene gehet: ſo iſt dieß die **Ebene des Aequators** (planum aequatoris). Der Zirkel, der dieſes Planum begränzt, und um den Mittelpunkt der Ebene herumgezogen iſt, heißt der **Aequator**. b.) Die Ebene, die

die man ſich denken kann, daß ſie durch die beyden Pole, und unſern Scheitelpunkt gehe, und eben darum mit der Ebene des Aequators einen rechten Winkel machet, iſt die **Mittagsebene** (planum Meridiani), und ein großer Zirkel auf dieſer Ebene **der Mittagskreis.** c.) Ein Declinationskreis aber wird ieder Zirkel genannt, welcher den Aequator ſenkrecht durchſchneidet. d.) Die Laufbahn, auf welcher ſich die Erde iährlich um die Sonne bewegt, heißt die **Ekliptik.** Die Ebene, in der dieſe Laufbahn liegt, und welche nunmehr mit dem Aequator einen Winkel = 23°, 30′ macht, wird die **Ebene der Ekliptik** genannt. Man kann ſich dieſe Ebene, ſo, wie ſelbſt die Laufbahn der Erde immer zirkulär denken, um alle Verwirrung zu vermeiden. e.) Die gerade Linie alſo, welche durch den Mittelpunkt der Ekliptikebene ſenkrecht durchgehet, iſt die **Achſe der Ekliptik;** und die zween entgegengeſetzten gleichweit vom Mittelpunkte entfernten Punkte dieſer Linie ſind die **Pole der Ekliptik.** f.) Wenn wir uns ferner eine breite Binde, welche mit der Ekliptik parallel läuft, und dieſe rings umgiebt, vorſtellen, ſo haben wir den Begriff des **Thierkreiſes** (Zodiaci). Man nennt dieſe Binde den Thierkreis, weil die bekannten 12 Himmelzeichen darauf vorkommen. Jedes dieſer Zeichen nimmt 30 Grade auf der Ekliptik ein. Den Anfang macht das Zeichen des Widders (Aries) an dem einen Punkte, wo die Ekliptik den Aequator durchſchneidet; die übrigen folgen ſich von Occident gegen Orient in folgender Ordnung aufeinander. Nach dem 1.) **Widder** ♈, 2.) der **Stier** ♉ (Taurus), 3.) die **Zwillinge** ♊ (Gemini), 4.) der **Krebs** ♋ (Cancer), 5.) der **Löwe** ♌ (Leo), 6.) die

Jungfrau ♍ (Virgo), 7.) die Wage ♎ (Libra), 8.) der Scorpion ♏ (Scorpius), 9.) der Schütz ♐ (Arcitenens), 10.) der Steinbock ♑ (Caper), 11.) der Waſſermann ♒ (Amphora), 12.) die Fiſche ♓ (Piſces). g.) Alle größten Kreiſe, welche durch die zween Pole der Ekliptik gehen, heißen **Kreiſe der Breite** (circuli latitudinis). h.) Die Horizontebene iſt dieienige, durch deren Mittelpunkt eine gerade Linie ſenkrecht vom Zenith gegen das Nadir gezogen werden kann. i.) Der Kreis aber, welcher durch das Zenith ſenkrecht auf den Horizont gezogen iſt, wird der **Vertikalkreis** genannt.

§. 550.

3.) Von verſchiedenen Bögen, durch welche verſchiedene Abſtände der Sterne gemeſſen werden.

a) Die **Länge** eines Sternes mißt derienige Bogen der Ekliptik, welchen einerſeits der Punkt des Widders, anderſeits aber derienige Punkt einſchließt, in welchem der Breitekreis, der durch den Stern gehet, die Ekliptik durchſchneidet. b.) Die **Breite** des Sternes hingegen mißt derienige Bogen des Breitenkreiſes (§. 549. g.), der von dem Sterne, und der Ekliptik eingeſchloſſen wird. c.) Die **Abweichung** des Sternes (Declinatio) iſt ein Bogen des Deklinationskreiſes, der von dem Sterne, und dem Aequator abgeſchnitten wird. d.) Die **Rectaſcenſion** (aſcenſio recta) iſt derienige Bogen des Aequators, welchen der durch den Stern gehende Breitekreis und der Punkt des Widders begränzet. e.) Der Bogen eines Vertikalzirkels (vorg. §. i.)

den

den der Stern, und die Horizontebene abſchneidet, iſt die **Höhe** des Sternes (altitudo). f) Der Bogen des Horizontkreiſes, der zwiſchen dem Meridiane, und dem durch den Stern gezogenen Verticalkreiſe geſunden wird, heißt das **Azimuth** des Sternes.

§. 551.

4.) Von verſchiedenen relativen Lagen der Planeten inſonderheit.

a.) Die **Vereinigung** zweener Planeten (coniunctio) geſchieht, wenn ſie gleiche Länge haben; die **Oppoſition** hingegen, wenn ihre Länge um 180° Grade differirt; eine **Quadratur** aber, wenn die Differenz nur 90° beträgt. b.) Die **größte Ausſchweifung** des Planeten (elongatio maxima) iſt ſeine weiteſte Entfernung von der Sonne auf der **Ekliptik**.

5.) Von einigen ſcheinbaren Abänderungen in der Bewegung der Planeten.

a.) Der Planet ſcheint uns bald ordentlich auf ſeiner Bahn nach der Ordnung der Himmelszeichen fortzulaufen; dieß nennt man die **gerade Fortrückung** des Planeten (Progreſſio directa). b.) Bald ſcheint er ſich gegen die Ordnung der Himmelszeichen zu bewegen, und das nennt man ſeinen **Rückgang** (Retrogreſſio). c.) Bald ſcheint er ſich lange Zeit an dem nämlichen Orte zu erhalten, und das heißt der **Stillſtand** des Planeten (ſtatio).

III. Erklärungen von einigen optiſchen Betrügen.

Die Sterne erſcheinen uns aus dreyerley Urſachen an einem andern Orte, als an dem ſie wirklich ſtehen. Die erſte iſt die Verſchiedenheit des Geſichtspunktes, aus dem ſie

betrachtet werden, daher eine Parallaxe entſteht. Die zweyte iſt die Refraktion ihres Lichtes, und die dritte die ſucceſſive Fortpflanzung eben dieſes Lichtes.

Von der Parallaxe.

§. 552.

Ein Zirkelbogen der großen Himmelsſphäre (§. 547. n. 1.), welchen die zwo Linien abſchneiden, durch die ein Stern von zweenen verſchiedenen Orten aus geſehen wird, iſt die Parallaxe des Sternes, und der Winkel, welchen eben dieſe zwo Linien miteinander machen, heißt der parallaktiſche Winkel. Es ſey (Fig. V.) PQ ein großer Zirkel der Erdekugel; in S befinde ſich ein der Erde ganz nahes Geſtirn, z. B. der Mond; von O aus alſo würde man dieſes Geſtirn in N, und von dem Mittelpunkt der Erde T aus in M ſehen. Der Bogen MN wäre folglich die Parallaxe, und OST der parallaktiſche Winkel. Dieß leztere beweiſt man ſo: Da der Stern ganz nahe bey der Erde iſt, und die große Sphäre ins Unendliche hinausgeſezt werden kann: ſo verſchwindet ST im Vergleiche mit der unendlichen Entfernung, und der Mittelpunkt der Himmelsſphäre PQ kann in S geſezet, und SM oder SN als ein Radius deſſelben betrachtet werden. Der Bogen MN iſt alſo das Maaß des Winkels MSN, folglich auch des verticalen OST: das iſt, der Winkel, welchen die zwo Linien OS und TS machen, iſt der parallaktiſche Winkel.

I. Wird nun ein Geſtirn zur nämlichen Zeit aus zweenen Orten des nämlichen Meridians betrachtet: ſo ergiebt ſich die

die Parallaxe der Breite. 2.) Die Parallaxe der Länge entſteht, wenn das nämliche Geſtirn aus zweenen Orten, die die nämliche geographiſche Breite, aber verſchiedene Länge haben, beobachtet wird. 3.) Nach Verſchiedenheit der Höhe des Geſtirnes entſteht abermal entweder die **horizontale,** oder eine andere **Höheparallaxe.**

II. Die **jährliche Parallaxe** entſteht, wenn das Geſtirn aus verſchiedenen Punkten auf der Laufbahn der Erde beobachtet wird.

§. 553.

Der Semidiameter der Erde verhält ſich zur Entfernung des Sternes von dem Mittelpunkte der Erde, wie der Sinus des parallaktiſchen Winkels zum Sinus ſeiner ſcheinbaren Entfernung vom Zenith: d. i.

OT : ST = Sin. S : Sin. NOP. Denn es iſt

OT : Sin. S = TS : Sin. SOT; nach trigonometriſchen Grundſätzen.

= TS : Sin. SOP; weil das Complement den nämlichen Sinus hat.

folglich OT : ST = Sin. S : SOP.

§. 554.

I. Es läßt ſich alſo aus dem parallaktiſchen Winkel, der Höhe des Geſtirnes, und dem bekannten Radius der Erde **die Entfernung des Geſtirnes von der Erde beſtimmen.**

II. Die Horizontalparallaxe iſt die größte, und ſie nimmt mit der Höhe des Sternes ab, bis ſie endlich im Zenith gar verſchwindet; denn der Winkel S wächſt eben ſo, wie der Winkel SOP, wie es aus der Figur erhellt; nun aber iſt dieſer am Größten, wenn das Geſtirn S in den Horizont kömmt, und wird immer ſpitziger je höher der Stern ſteiget.

Von der Refraktion des Sternelichts.

§. 555.

Der Lichtſtral von einem Sterne außer dem Zenith kann anders nicht, als durch eine krumme Linie in unſer Auge kommen; denn er muß außer dem Zenith auf unſern Dunſtkreis ſchief auffallen, folglich zum Perpendikel gebrochen werden (§. 281.), und von ſeiner vorigen Richtung abweichen. Da aber die Atmoſphäre gegen die Erde immer dichter wird, ſo muß auch die Refraktion wegen der Ungleichheit des Mittelkörpers anhaltend ſeyn, und ſo der Stral eine krumme Linie auf ſeinem Wege beſchreiben.

I. **Jeder Stern außer dem Zenith muß alſo höher**, als er wirklich iſt; und auch ſchon geſehen werden, wenn er ſich noch wirklich unter dem Horizonte befindet. Es muß ſodenn der Brechungswinkel von der beobachteten Höhe abgezogen werden, wenn man die wahre Höhe des Sternes inne werden will.

II. Die Refraktion iſt am Horizonte, und bey geringer Höche des Geſtirnes größer, als bey vermehrter

ter Höche, weil die Stralen des niederen ſchiefer auffallen. Daher muß ſich am Horizonte die Figur eines größern Geſtirnes z. B. der Sonne in unſerm Auge ändern; denn die dem Horizonte näheren Theile werden mehr erhöhet, als die andern, folglich muß ſich der Durchmeſſer nach dieſer Richtung vermindern; nach der Breite aber bleibt er der nämliche, weil die Stralen nach dieſer Richtung alle gleich gebrochen werden; dieſes alles giebt nun dem runden Bilde eine verlängerte, und einem andern wieder eine andere von der eigentlichen verſchiedne Figur.

III. Die Entfernung des Sternes kann in dem Stralenbrechen ſo wenig eine Aenderung verurſachen, als in dem Auffallungswinkel ſeiner Stralen.

IV. Da die Beſchaffenheit des Dunſtkreiſes nicht zu allen Zeiten gleich iſt: ſo kann auch der Lichtſtral nicht allemal gleich gebrochen werden.

* Man verfertiget ſich deßwegen Refraktions-Tabellen, daraus man die Refraktion für jede Höhe nach verſchiedenen Zuſtand der Atmoſphäre durch das Thermometer und Barometer finden kann; oder ſtellt eigene Beobachtungen dafür an, um die Höhe eines Fixſternes zu beſtimmen, von beyden will ich mündlich reden.

Von der Aberration der Sterne (aberratione Syderum).

§. 556.

Wenn man annimmt, daß die Erde binnen 365 Ta-

gen und 6 Stunden $9\frac{1}{4}'$ ihren Lauf um die Sonne vollende: ſo muß ſich die Geſchwindigkeit der Erde zur Geſchwindigkeit des Lichtes (§. 275. II.) ungefähr wie 9: 100000 verhalten. Denn wenn die Entfernung der Erde von der Sonne, oder der Radius von der Laufbahn der Erde, 23708 halben Durchmeſſern der Erdkugel gleich iſt, wie dieß aus den Helliſchen Beobachtungen (a) des letzten Durchganges der Venus durch die Sonne iſt beſtimmet worden: ſo iſt die ganze Laufbahn = 148957, 364, und die Erde muß in der Zeit = 8′ 13″ beynahe 2, 329 halbe Erde-Durchmeſſer machen, in welcher Zeit das Licht 23708 ſolche Halbdurchmeſſer durchläuft; nun aber verhält ſich beynahe 2, 329: 23708 = 9: 100000. Mithin eben ſo die Geſchwindigkeit der Erde zur Geſchwindigkeit des Lichtes.

§. 557.

Diejenige Geſchwindigkeit aber, mit der ſich die Erde in 24 St. um ihre Achſe drehet, hat auch im größten Kreiſe, beym Aequator kein merkliches Verhältniß zur Geſchwindigkeit des Lichtes: denn da hier der Radius = 1 iſt: ſo kann die Peripherie nicht größer ſeyn, als 6, 283; mithin müßte die Erde in Zeit = 8′, 13″ einen Raum machen, der ſich zu jenem, den das Licht macht, verhält = $\frac{3097519}{864000000}$: 23708. Das iſt aber keine merkliche Proportion.

§. 558.

(a) Ephem. Viennenſes celeberr. Aſtron. P. Hell A. 1773.

§. 558.

Wenn die Erde um die Sonne bewegt wird: ſo müſſen uns wegen dieſer Bewegung alle Sterne immer an einem andern Orte erſcheinen, als wo ſie in der That ſind; denn wenn nicht nur das Licht von dem Sterne S (Fig. VI.) gegen das Aug mit der Richtung und Geſchwindigkeit = a o ſondern auch das Aug mit der Richtung und Geſchwindigkeit = o c gegen das Licht hinbewegt wird: ſo muß die Wirkung auf das Aug ſo geſchehen, als wenn das Licht nicht von a ſondern von b gegen o wäre bewegt worden; folglich muß auch der Stern nach der nämlichen Richtung, und in einem andern Orte, nämlich in b geſehen werden.

§. 559.

Die Aberration des Sternes iſt alſo eine ſcheinbare Aenderung ſeines Ortes wegen der Geſchwindigkeit des Auges, die auch im Vergleiche mit der Geſchwindigkeit des Lichtes noch merklich iſt.

I. **Wegen der Bewegung der Erde um ihre Achſe** weicht der Stern nicht ab (§. 557.); wohl aber wegen ihrer Bewegung auf der Ekliptik (§. 556.).

II. Da die Ekliptik beynahe ein Zirkel iſt: **ſo muß auch der abweichende Stern in ſeiner ſcheinbaren Bewegung einen Zirkel beſchreiben,** welcher nach Verſchiedenheit ſeiner Lage gegen das Aug verſchiedentlich erſcheinen muß; denn ein **Stern in der Ekliptik** wird dem Scheine nach in einer geraden Linie bewegt, weil wir die

Ebne

Ebne des Zirkels, den er beſchreibt, nicht nach ſeiner Fläche, ſondern bloß die halbe Peripherie als eine Linie ſehen. 2.) Hingegen die **Sterne außer der Ekliptik**, und außer dem Pole derſelben ſcheinen eine elliptiſche Linie zu durchlaufen, welche nahe an der Ekliptik ſehr verlängert erſcheint, ie näher aber der Stern zum Pole der Ekliptik kömmt, immer mehr und mehr einem Kreiſe gleichet; denn die Ebene des Zirkels, die ein Stern nahe bey der Ekliptik beſchreibet, muß dem Auge ſehr ſchief entgegen ſtehen; dieſe ſchiefe Lage nähert ſich aber gegen den Pol der Ekliptik der ſenkrechten immer mehr, und da ſie im Pole gar ſenkrecht wird, erſcheint uns dort die ganze Fläche von dem Aberrationzirkel des Sternes.

II. Abſchnitt.

Von den ganzen Weltkörpern ins Beſondere.

Einige dieſer Körper haben ein ihnen ſelbſt eigenes Licht, und man nennt ſie **leuchtende Körper**; andere bekommen es nur von leuchtenden Körpern, und werfen es zurück, und man nennt ſie **erleuchtete**, oder **glänzende Himmelskörper** (§. 271.).

I. Kapitel.

Von den leuchtenden Himmelskörpern.

§. 560.

Beobachtungen über die Natur der Sonne. Die Sonne erleuchtet, 2.) ſie erwärmet andere Körper. 3.) Die durch ein Brennglas oder einen Hohlſpiegel auf einen engen Raum verſammelten Sonnenſtralen ſchmelzen Metalle ꝛc.ꝛc. (§. 246. 247.) 4.) Die Parallaxe der Sonne im mittleren Abſtande iſt = 8″, 70.

I. Es läßt ſich alſo die Entfernung der Sonne von der Erde beſtimmen, weil ſie eine Parallaxe hat (§. 554.) Nach den neueſten Beobachtungen des Herrn Hell iſt ſie = 23708. halben Durchmeſſern der Erde befunden worden.

II. Die Sonne iſt ein in ſeiner ganzen Oberfläche entzündeter Körper, der mit einem brinnenden Erdekörper ähnliche Beſtandtheile, und Eigenſchaften hat; denn die nämlichen Wirkungen erlauben uns hier den Schluß auf ähnliche Urſachen.

III. Schon aus dieſem ſcheint es auch zu folgen, daß die Sonne eine Atmoſphäre haben müſſe (§. 270.). Die wenn ſie auch weit lockerer und feiner, als unſere Luft wäre, demungeachtet doch ſchwerer, als dieſe, ſeyn könnte, indem die Maſſe der Sonne ohngefähr 1000000male größer, als die Maſſe unſerer Erde iſt.

IV. Es müſſen alſo auch aus der Sonne Dünſte aufſteigen, und das brennliche Weſen muß ſich durch das Bren-

nen verzehren. Die Maſſe der Sonne kann aber darum ſo wenig abnehmen, als unſere Erde wegen den aufſteigenden Dünſten, weil ihre Dünſte eben ſo, wie dieſe wechſelweiſe aus der Atmoſphäre zurückfallen.

§. 561.

Beobachtungen über die Sonnenmackeln. (a) Sie ſind ſchwarze Flecken, die man ſehr oft, und beynahe täglich in der Sonne wahrnehmen kann. 2.) Einige derſelben, welche ſchwärzlicht, und aſchengrau erſcheinen, beſtehen wieder aus vielen andern kleinern von einander abgeſonderten ſchwarzen Flecken, wie man dieß durch vollkommnere Fernrohre entdecket. 3.) Ihre Größe und Figur iſt ſehr verſchieden; La Lande (b) hat im Jahre 1763 eine Mackel beobachtet, die einen dreymal größern Raum in der Sonne einnahm, als die Erde in ihrem Umfange beträgt; man hat aber auch wohl noch größere geſehen. 4.) Dieſe Größe nimmt in der nämlichen Mackel manchmal zu, und ab; auch ihre Figur ändert ſich. 5.) Sie bewegen ſich auf der Sonnenſcheibe von Orient gegen Occident, und zwar in geraden Linien, wenn die Erde auf der Ekliptik den 70ſten oder 250ſten Grad erreichet hat. Zu andern Zeiten aber ſind ihre Richtungslinien mehr oder minder gekrümmt, je nachdem die Erde mehr oder minder von den zweenen angezeigten Punkten der

---

(a) Der Jeſuit Chriſtian Scheiner hat dieſe Mackeln der Erſte ſchon im J. 1611. entdeckt, er war Profeſſor der Mathematick auf unſrer hohen Schule.

(b) Aſtronomie L. XX. §. 2511.

der Ekliptik entfernet iſt. Gegen den Rand der Sonne zu, ſcheinen ſie ſich langſamer zu bewegen. 6.) Sie verſchwinden auf der occidentalen Seite der Sonne, und gehen auf der orientalen wieder auf, ſo, daß ſie in der Zeit = 27 T. 12 St. 20 M. ihren periodiſchen Lauf vollenden, und beynahe eben ſo lange verborgen bleiben, als ſie geſehen werden. 7.) Einige ſind mehrere Male, andere aber gar nicht zurückgekehrt, wieder andere ſind an verſchiedenen Orten der ſichtbaren Sonnenſcheibe verſchwunden. 8.) Sie haben keine Parallaxe. Im Jahre 1701. hat H. Jartoux in Peckin die nämliche Mackel an eben dem Orte der Sonne beobachtet, an dem ſie der iüngere H. Caſſini zu Paris geſehen hatte.

I. Dieſe Mackeln ſind keine Planeten, die ſich um die Sonne bewegen, weil ſie weder eine **beſtimmte Größe** (n. 4.), **noch eine ordentliche** Bewegung (n. 7.) haben. Sie müßten ferner entweder in der Sonne; oder zunächſt an derſelben ſeyn, weil ſie keine Parallaxe haben (n. 8.); oder ſie müßten ihren Lauf in dreyen, oder höchſtens vier Stunden um die Sonne vollenden, das doch der Erfahrung widerſpricht (n. 6.).

II. **Sie ſind auch glaublich keine aus der Sonne aufgeſtiegene Dünſte;** denn bloße Dünſte könnten ſich nicht ſo lange Zeit, und in ſo einer ordentlichen Bewegung erhalten (n. 5. 6. 7.).

III. **Sie ſcheinen alſo ausgebrannte Stücke von der Maſſe der Sonne ſelbſt zu ſeyn**, in welchen das brennliche Weſen verzehrt iſt (§. 560. II. IV.); Die angeführ-

führten Beobachtungen ſtimmen mit dieſer Meinung vollkommen übereins. Einige Aehnlichkeit können wir auf unſerer Erde bey großen, und heftigen Feuersbrünſten wahrnehmen.

IV. Die Sonne drehet ſich innerhalb 27 T. 12 St. 20 M. um ihre Achſe; Ohne dieſe Bewegung wäre ſo ein ordentlicher Umlauf der Flecken nicht möglich, ſie mögen nun Stücke von der Sonnenmaſſe, oder nur Dünſte derſelben ſeyn.

V. Sie hat zimlich genau eine ſphäriſche Figur; wir ſehen ſie, ungeachtet der Bewegung um ihre Achſe, beſtändig als eine Zirkelſcheibe.

VI. Die Achſe der Sonne iſt ſo, wie ihr Aequator auf die Ebene der Ekliptik geneigt, der Winkel, den ihr Aequator mit der Ekliptik machet, iſt = 7° 30′.

VII. Die Knoten dieſes Aequators, und der Ekliptik ſind im 70ſten, und 250ſten Grade.

VIII. Die Kreislinie, welche die Mackel beſchreibet, muß uns, wie eine gerade Linie vorkommen, wenn die Achſe des Auges in die Kreisfläche des Sonnenaequators fällt; denn in dieſem Falle ſehen wir nichts als den halben Gränzzirkel der Aequatorsfläche, der uns wie eine gerade Linie erſcheint. Dieſer Fall ereignet ſich aber, wenn ſich die Erde in dem 70ſten und 250ſten Grade der Ekliptik befindet (VII.); Auf anderen Punkten der Ekliptik ſcheinen ſich die Sonnenflecken in krummen Linien zu bewegen, ſo wie ſich uns die Aequatorsfläche mehr oder weniger ſchief darſtellt (§. 559. II.).

IX. Da

IX. Da wir die Kreislinie der Mackeln, als eine gerade ſehen: ſo muß ein gleichgroßes Stück dieſer Linie am Rande der Sonne unter einem kleinern Winkel erſcheinen, als in der Mitte der Sonne; folglich wird ſich auch die Mackel am Rande langſamer, als in der Mitte zu bewegen ſcheinen, weil wir glauben, daß ſie einen kleinern Raum durchlaufe, als ſie wirklich durchläuft, und zu dieſem kleinerſcheinenden Raume eben ſo viel Zeit brauche, als ſie in der Mitte zu einem größerſcheinenden gebrauchet hat.

* Die Mackeln, welche ſich nächſt dem Aequator befinden, ſind uns, wenn ſie ordentlich mit der Sonne bewegt werden, einige Zeit länger verborgen, als ſie uns ſichtbar ſind. 1.) Weil wir die ganze ungeheure Halbkugel der Sonne zugleich nicht überſehen können. 2.) Weil die Mackeln an jenem Theile der Sonne, welcher gegen unſer Aug ſchief ſtehet, weit kleiner erſcheinen, und endlich wegen ihrer Kleinheit gar verſchwinden müſſen.

Die Beobachtung des H. Friſius (a), nach welcher eine Mackel mehrere Tage über die Helfte ihrer Umlaufes-Zeit verborgen geweſen wäre, muß uns eben darum billig verdächtig ſeyn. Hat ſie aber auch wirklich Grund, ſo getraue ich mir zu behaupten, daß es eine Mackel von gleicher Größe, und in dem nämlichen Parallelzirkel geweſen ſey, aber eine andere Länge gehabt habe, und deßwegen für die vorige angeſehen worden ſey.

(a) De Gravitate vniuerſali. pag. 263.

§. 562.

Beobachtungen über die anſcheinende iährliche Bewegung der Sonne. 1.) Die Sonne wird von unſerer Erde aus immer bey andern und andern Sternen auf der Ekliptik geſehen, und ſcheint ſich auch auf dieſer von Occident gegen Orient zu bewegen, bis ſie nach einer Zeit = 365 T. 6 St. 9 M. 30 S. wieder auf den nämlichen Punkt kömmt. 2.) Die Geſchwindigkeit dieſer Bewegung iſt nicht auf allen Theilen der Ekliptik gleich groß; ſie wächſt itzt von dem 10. Grade des Krebſes bis auf den 10ten Grad des Steinbockes, in dem ſie am Größten iſt, und nimmt von da ordentlich ab bis auf den 10. Grad des Krebſes, wo ſie am Kleinſten iſt. 3.) Je nachdem dieſe Geſchwindigkeit wächſt oder abnimmt: ſo iſt auch der ſcheinbare Durchmeſſer der Sonne merklich größer, oder kleiner. 4. Weder das Ab- und Zunehmen der Geſchwindigkeit, noch dieſe Vergrößerung ꝛc. des ſcheinbaren Semediameters hat einen bloßen optiſchen Scheinbetrug zum Grunde, ſondern ſie ſetzt eine wahrhaft ſchnellere und langſamere Bewegung entweder der Sonne oder der Erde zum voraus, und die Sonne kömmt uns wirklich das einemal näher als das andermal, daher uns ihr Diameter größer und kleiner erſcheint; wie dieſes Keppler (a) längſt bewieſen hat.

I. Aus dieſen Beobachtungen läßt ſichs noch nicht ſchließen, daß die Sonne wirklich auf der Ekliptik

---

(a) Aſtronomiae pars Optica.

Ekliptik von Occident gegen Orient fortbewegt werde; denn eben dieſe Erſcheinungen ſind auch nothwendig im Falle, daß ſich die Erde von Occident gegen Orient auf der Ekliptik um die Sonne bewegen ſollte; wie dieſes für ſich ſelbſt klar iſt.

II. Es mag aber nun die Sonne, oder die Erde bewegt werden: ſo kann die Laufbahn kein Zirkel ſeyn, ob dieſer auch gleich excentriſch geſetzt würde; den ein Zirkel könnte nur durch eine ſtäts gleichförmige Bewegung beſchrieben werden (§. 158. V.); in der Bewegung der Sonne aber iſt die Geſchwindigkeit wirklich ungleich und verſchieden (n. 3.), und kann gemäß derſelben nach den genaueſten aſtronomiſchen Beſtimmungen keine andere als eine elliptiſche Linie durchloſſen werden.

III. Die Sonne iſt ohngefähr bey ihrer gröſten Entfernung vom Aequator gegen Norden, auch von der Erde am weiteſten entfernt; ſie iſt aber im Gegentheile bey ihrer größten ſüdlichen Entfernung vom Aequator derſelben am nächſten (n. 3.).

IV. Es iſt immerdar ein anderes Hemiſphärium unſerer Erde von der Sonne beleuchtet, und die Sonneſtralen fallen bald auf dieſen, bald auf einen andern Theil ſenkrecht auf, ſo, wie ſich die Sonne oder die Erde bewegt.

§. 563.

Beobachtungen über das Zodiakallicht. 1.) Man beobachtet vorzüglich im Frühlinge nach dem Untergange und im Herbſte vor dem Aufgange der Sonne ein ziemlich

helles, aber ſehr feines Licht, welches ſich von der Sonne her durch den Thierkreis bis auf den 50, 60, ia wohl auch 100ſten Grad deſſelben erſtreckt, und ſich in eine Spitze endiget, welche der Spitze einer breiten Lanze gleichet. Man nennt es das **Zodiakallicht.** 2.) Seine Feinheit iſt ſo groß, daß man auch die Fixſterne noch durchblinken ſieht. 3.) Es iſt um ſo ſichtbarer, je größer nach Verſchiedenheit der Zeit derienige Winkel iſt, den der Aequator der Sonne mit unſerm Horizonte macht. 4.) Es mag vor der Sonne, oder nach derſelben erſcheinen: ſo ſtimmt der Ort, an dem es ſtehet, genau mit der Bewegung der Sonne übereins. 5.) Man ſieht es nicht blos in einigen, ſondern in allen Gegenden unſerer Erde.

I. **Dieſes Licht entſteht nicht in der Atmoſphäre unſerer Erde (n. 5.); es hängt aber doch von der Sonne ab (n. 4.).**

II. Der Aequator der Sonne muß eine gewiße Stellung gegen unſern Horizont haben, wenn uns dieſes Licht ſichtbar ſeyn ſoll; **die Sonne erzeugt** es alſo an und für **ſich nicht in einer iedweden Lage.**

III. Wenn man annimmt, daß die Sonne eine Atmosſphäre habe, welche um den Aequator derſelben herum höher iſt, als um die übrigen Gegenden: ſo muß die Erſcheinung des Zodiakallichtes eben dieienige ſeyn, die wir wirklich beobachten; denn dieſe **Atmosſphäre müßte das auf ſie auffallende Sonnelicht**, in der gehörigen Lage des Sonneaequators gegen unſeren Horizont, nach unſerm Auge

Auge zurückwerfen, und dadurch alle vorher angeführten Erſcheinungen hervorbringen.

IV. Da man aber auch ſogar die Fixſterne durch dieſe Atmosſphäre ſieht (n. 2.): ſo muß ſie ſehr locker, und fein ſeyn.

V. Und da wir ferner das Daſeyn, was immer für einer Atmosſphäre um die Sonne ſchon erprobet haben (§. 560. III.): ſo ſcheinen die obigen Beobachtungen weiter nichts, als die Eigenſchaften derſelben aufzuklären.

VI. Folglich iſt das Zodiakallicht nichts anderes, als die höchſt feine Atmosſphäre der Sonne, welche um den Aequator derſelben mehr erhöhet iſt, und das Sonnelicht zu uns zurückwirft.

* Die merklich größere Erhöhung dieſer Atmosſphäre um den Aequator der Sonne hat die größere Maſſe, ſchnellere Bewegung, heftigere Hitze und Ausdünſtung um eben dieſe Gegend zum Grunde.

Von den Fixſternen.

§. 564.

Beobachtungen. 1. Das Licht der Fixſterne iſt weit lebhafter, als ienes der Planeten. Wenn wir ſie mit freyem Auge ſehen; ſo funkeln, oder blinken ſie (ſcintillant); 2.) Durch das Fernrohr hingegen erſcheinen ſie wie kleine Punkten; obwohlen auch einige nur wie ein Nebel z. B. die Krippe auf dem Krebſe, geſehen werden. 3.) Sie haben keine, vielleicht auch keine jährliche Parallaxe (§. 552.).

4.) Sie ſind in einer unzählbaren Menge auf dem ganzen Himmel ausgeſtreut; auf dem einzigen Orion hat man durch gute Fernrohre 2000 entdeckt, obgleich **Keppler** nur 62 mit freyem Auge unterſcheiden konnte. 5.) Sie ſcheinen ſich von Aufgang gegen Untergang ſo zu bewegen, daß nach längerer Zeit auch ihre Breite und Länge eine kleine Aenderung leidet. (a) 6.) Einige Fixſterne verkommen vielmal aus dem Geſichte, ſie ſind aber nach einer iedoch unbeſtimmten Zeit wieder ſichtbar; man entdeckt ſie oft anfangs nur durch Fernrohre, hernach aber auch mit freyem Auge.

I. **Die Entfernung der Fixſterne iſt zu groß, als daß man ſie beſtimmen könnte;** weil ſie keine Parallaxe haben. Hätten ſie auch nur eine Parallaxe = 1″; ſo müßte ihre Entfernung ſchon = 206264 Durchmeſſer der großen Laufbahn der Erde ſeyn (§. 553.).

II. **Eben ſo wenig läßt ſich auch ihre Größe beſtimmen;** denn wenn auch die nächſten ſo groß, als die Sonne wären: ſo könnte doch ihr Durchmeſſer wegen der erſtaunlichen Entfernung nicht merklich ſeyn.

III. Sie **haben ein eigenes Licht,** und können mit Recht für ſo viele Sonnen angeſehen werden; ihr Licht könnte nicht nur nicht lebhafter, als ienes der Planeten, ſondern auch allerdings nicht ſichtbar ſeyn, wenn ſie von der Sonne erleuchtet würden, indem das Licht der Sonne auf dem ganzen unermeßlichen Wege bis zu dieſen Sternen, und von den Sternen zu uns immer im Quadratverhältniſſe abnehmen müßte (§. 273. III.).

IV. Das

(a) Gründliche Vertheidigung der Fixſterntrabanten H. Chriſt. Mayers churpf. Hofaſtron. 1778.

IV. Das Funkeln oder Zittern des Sternelichtes ſcheint bloß dadurch zu entſtehen, daß dieſes Licht immer wechſelweiſe bald häufiger, bald ſeltener zu unſerm Auge kömmt. Dieſe Fixſterne werden nicht größer, als Punkten geſehen; iede Kleinigkeit in unſerer Atmoſphäre kann aber einen Punkt decken, und ihn unſerm Auge auf einige Zeit unſichtbar, oder doch undeutlicher machen. Jedoch, da durch die größere Oeffnung des Fernrohres auch mehrere Stralen, als durch die kleine Oeffnung des Auges erhalten werden: ſo kann auch hier das beſagte Zittern nimmer Statt haben.

* Die n. 5. beſchriebenen Sterne müſſen entweder zu verſchiedenen Zeiten, und wechſelweiſe bald ſchwächer brennen, bald wieder von neuem angefacht, und entzündet werden, ie nachdem abwechſelnde bald ſtärkere, bald ſchwächere Bewegungen, und Entzündungen in ihnen vorgehen; oder ſie müſſen eine flache Figur haben, und in ihrer Bewegung bald ihre flache bald ihre ſchmale Seite gegen uns wenden.

II. Kapitel.

Von den erleuchteten Himmelskörpern.

Von dem Merkur.

§. 565.

Der nächſte Planet an der Sonne iſt der Merkur ☿. 1.) Er erſcheint dem freyem Auge rund, und wird niemal, als nur ganz nahe an dem Horizonte geſehen; 2.) bald geht er nach der Sonne, bald vor derſelben daher, und zwar in verſchiedener Entfernung von derſelben; 3.) er iſt erſt in dem

12ten Grade ſeiner Entfernung von der Sonne ſichtbar, indem die Sonnenſtralen ſein Licht in einem kleinern Abſtande verſchlingen, und er ſchweift niemal über 28° von der Sonne aus, ſowohl wenn er vor derſelben, als wenn er nach derſelben dahergeht. 4.) Seine periodiſche Zeit iſt = 87 T., 23 St., 15 M., 30 S.

I. Der Merkurius bewegt ſich um die Sonne herum.

II. Seine größte Ausſchweifung iſt = 28°.

§. 566.

Genauere Beobachtungen durch das Fernrohr. 1.) Merkur wird von uns niemal ganz erleuchtet geſehen. In den beyden größten Ausſchweifungen (§. vorg. n. 3. II.) ſehen wir den halben Theil ſeines erleuchteten Hemiſphäriums. Da er von der größten occidentaliſchen (wo er vor der Sonne dahergeht) zu der größten orientaliſchen Ausſchweifung (wo er nach der Sonne folget) von Occident gegen Orient über die Sonne hinauf bewegt wird: erſcheint der erleuchtete Theil **bücklicht** (gibboſus); bewegt er ſich aber von der größten orientaliſchen Ausſchweifung, unter der Sonne durch, von Orient gegen Occident zu der größten occidentaliſchen: ſo erſcheint er **ſichelförmig** (falcatus). 2.) Auf ſeinem Wege von der orientaliſchen zu der occidentaliſchen Ausſchweifung geht er zuweilen, aber erſt nach mehrern Jahren, als eine ſchwarze runde Mackel durch die Sonne. Dieſer Durchgang, wenn er durch den Mittelpunkt der Sonne geſchieht, dauert 8 St. 3.) Das Licht des Merkurius iſt zu verſchiedenen Zeiten und in verſchiedenen Entfernungen ungleich

ſtark.

ſtark. 4.) Der erleuchtete Theil ſteht allemal gegen die Sonne zu.

I. **Der Merkur wird von der Sonne erleuchtet,** und wir ſehen von ſeinem erleuchteten Hemisſphärium nur denienigen Theil, der zugleich gegen die Sonne und unſer Aug gerichtet iſt (1. 4.). In ſeinem Durchgange durch die Sonne (n. 2.) ſehen wir ſeine ſchattichte Seite.

II. **In ſeiner Bewegung um die Sonne iſt er der Erde näher, da er von Orient gegen Occident zurückgeht;** ſonſt könnte wohl das Licht von dem kleinern erleuchteten Theile, den wir in dieſem Falle ſehen, nicht heller, und eindringender ſeyn (n. 3.), als das Licht von dem größern erleuchteten Theile, den wir auf ſeinem Wege von Occident gegen Orient ſehen, wenn die kleinere Entfernung der Erde im erſten Falle nichts dazu beytrüge.

III. **Seine Figur iſt eine Sphäre;** denn nur von einer Sphäre kann das Licht itzt **bucklicht**, itzt ſichelförmig, und der Schatten **rund** ſeyn (n. 1. 2.).

IV. **Seine Laufbahn macht mit der Ekliptik einen Winkel von etlichen Graden;** man müßte ihn bey allen Perioden als eine ſchwarze Mackel durch die Sonne gehen ſehen (n. 2.), wenn ſeine Laufbahn auf der Fläche der Ekliptik wäre.

Von der Venus.

§. 567.

Die Beobachtungen von der Venus ♀ haben mit ienen von dem Merkurius ſehr viel Aehnliches, und unterſcheiden ſich von dieſen nur in folgenden Stücken. 1.) Das Licht der Venus iſt weit heller als das Licht des Merkurius und aller übrigen Planeten. 2.) Man ſieht ſie ſchon im 6ten Grade ihrer Entfernung von der Sonne. Ihre größte ſowohl orientaliſche, als occidentaliſche Ausſchweiſung iſt = 48°. 3.) Es iſt allemal ein größerer erleuchteter Theil derſelben ſichtbar, als von dem Merkur, ſie mag nun bucklicht, oder ſichelförmig geſehen werden. 4.) Der innere ſichelförmige Rand des erleuchteten Theiles hat viele Ungleichheiten. 5.) Zur Zeit, da wir einen kleinern erleuchteten Theil der Venus ſehen, iſt ihr Durchmeſſer 6mal größer, als da wir ſie faſt ganz erleuchtet ſehen. 6.) Ihr Durchgang durch die Sonne iſt weit ſeltener, als iener des Merkurius; man hat ihn auch erſt dreymale ordentlich beobachtet, nämlich den Durchgang im J. 1639. 4. Dec. 1761. 6. Jun. und 1769. 3. Jun. Der nächſte Durchgang iſt für das Jahr 1874. 9 Dec. angekündet. 7.) Man hat in der Venus beſtändige Mackeln entdeckt, welche ſich ordentlich in einer Zeit = 23 St. 20 M. um die Achſe derſelben drehen. 8.) Ihre Umlaufszeit um die Sonne iſt = 224 T. 18 M.

I. Auch die Venus bewegt ſich um die Sonne (n. 2.) erhält ihr Licht von derſelben (n. 3.), und hat eine ſphäriſche Figur (§. vorg. III.).

II. Sie

II. Sie iſt weiter von der Sonne entfernt als der Merkurius, und ſchließt deſſen ganze Laufbahn ein (n. 2. 5.).

III. Die Oberfläche der Venus iſt rauh, und hat viele Ungleichheiten (n. 4. 7.); ſie drehet ſich in 23 St. 20 M. um ihre Achſe (n. 7.).

Von der Erde und ihrem Trabanten dem Monde.

§. 568.

1.) Die Zeit, zu der die Sonne verſchiedenen unter der Linie gelegenen Orten aufgehet, hat mit der Entfernung dieſer Orte von einander, ein genaues Verhältniß. 2.) So iſt auch die Polushöhe verſchiedener unter dem nämlichen Meridian gelegener Orte der Entfernung eben dieſer Orte ſo ziemlich proportionirt. 3.) Doch hat man durch genauere Beobachtungen entdeckt, daß die Grade des Meridians bey dem Aequator, und den nahegelegenen Orten kleiner ſeyen, als um die Pole, ob man ſich gleich in Rückſicht auf die Beſtimmung dieſes wirklichen Unterſchiedes nicht ganz einig iſt (a). 4. Wenn man die mittlern aus allen gefundenen Größen der Grade unſerer Erdkugel annimmt: ſo ergiebt ſich den Berechnungen zufolge der Semidiameter des Aequators = 3281013
und der Achſe = 3262688

I. Die Figur unſerer Erde iſt beynahe ſphäriſch (n. 1. 2.).

II. Doch

(a) Sieh über dies Aſtronomie de la Lande Liv. XV. de la figure de la terre von 2120 §. angefangen.

II. Doch iſt ſie um die beyden Pole mehr zuſammengedrückt, und flacher, als um den Aequator (n. 3).

* Die vielen und großen Berge benehmen der ſcheinbaren Sphäricität der Erde ſo wenig etwas, als den übrigen Planeten; ihre Höhe verſchwindet im Vergleiche mit dem Durchmeſſer der ganzen Erde.

III. Da ſich aus der gefundenen Größe eines Grades die ganze Peripherie, und aus dieſer der Durchmeſſer eines größeren Zirkels nach geometriſchen Grundſätzen beſtimmen läßt: ſo ſieht man es ohne weiteres ein, wie man aus den Beobachtungen die Größe der Erde (n. 4.) beſtimmen konnte.

** Wir haben hier weder von der äußern Oberfläche, noch auch von der innern Beſchaffenheit der Erde mehr etwas zu ſagen; indem von beyden das Wichtigſte ſchon oben im III. Theile (III. Abſch. I. II. Cap.) und im IV. Theile (I. Kap.) abgehandelt worden iſt. Von der Abwechſelung der 4 Jahreszeiten aber werden wir das Uebrige füglicher hernach im 3ten Abſchnitte anbringen.

§. 569.

Vom Monde. 1.) Der Mond kömmt in ſeinem Laufe beyläuftig binnen 29 Tagen zweymal mit der Sonne und der Erde in die nämliche Ebene, und iſt zweymal von der Sonne 90° entfernt. 2.) In dieſer zweymaligen Entfernung, oder in den beyden Quadraturen □ ſehen wir auf unſerer Erde den halben Theil ſeines erleuchteten Hemisſphäriums. 3.)

Wenn

Wenn er von der occidentalen Quadratur zu der Sonne zurückkehrt: ſo iſt der erleuchtete Theil, den wir ſehen, ſichelförmig, und wird immer kleiner, bis er in der Coniunction ☌ des Mondes mit der Sonne (wo der Mond auf der nämlichen Ebene zwiſchen die Sonne und die Erde zu ſtehen kömmt) allerdings unſichtbar wird. 4.) Im Fortgange nach der Coniunction zur orientalen □ erſcheint der von uns geſehene erleuchtete Theil abermal ſichelförmig, wächſt aber bis zur Quadratur, wo er einen Halbzirkel wie in der occidentalen □ vorſtellt. 5.) Von da bewegt ſich der Mond zu der Opposition ☍ mit der Sonne, wächſt, und erſcheint an der andern Helfte ſeines Randes bucklicht, bis er uns endlich das ganze erleuchtete Hemisſphärium zeigt, und mit der Erde und Sonne zum zweytenmale in die nämliche Ebene kömmt, ſo, daß die Erde zwiſchen der Sonne und dem Monde ſtehet. 6.) Sodenn nimmt der erleuchtete Theil gegen uns wieder ab, wird bucklicht, bis er in der occidentalen □ wieder einem Halbzirkel gleichet. 7.) Sein ſcheinbarer Durchmeſſer leidet zwar einige Aenderungen, die aber mit der Lage gegen die Sonne in gar keinem Verhältniße ſtehen.

I. **Der Mittelpunkt, um den ſich der Mond bewegt, iſt nicht die Sonne, ſondern die Erde;** das iſt aber nur von der monatlichen Bewegung des Mondes zu verſtehen, und nicht auch von derienigen, die er mit der Erde gemein hat (n. 7.).

II. **Die Laufbahn des Mondes iſt kein Zirkel** (n. 7. §. 562. II.).

III. Sei-

III. Seine Figur iſt ſphäriſch, und er wird von der Sonne beleuchtet (n. 2. 5. §. 566. I. III.).

* Wir ſehen meiſtens neben dem erleuchteten Theile (beſonders wenn dieſer ſehr klein iſt) auch den übrigen Theil des Hemiſphäriums, welches der Mond gegen unſere Erde wendet; obgleich weit undeutlicher, und von einem ſchwächeren Lichte beleuchtet. Das Sonnelicht kann dahin nicht unmittelbar kommen, ſondern dieſer undeutlich geſehene Theil wirft dasienige Licht zurück, welches von unſerer Erde auf ihn auffällt, und wird uns auf dieſe Weiſe ſichtbar, zwar um ſo viel undeutlicher, als das unmittelbare Sonnelicht ſtärker, als das von unſerer Erde zurückgeprellte iſt. Um ſich die Sache wahrſcheinlich zu machen, hat man nur dieſe 2 Stücke zu bedenken: 1.) daß das Licht von unſerer Erde auf den Mond eben ſo, wie das Licht von dem Monde auf unſere Erde auffallen muß. 2.) Daß man im Monde unſere Erde im vollen Lichte, oder bucklicht ſehen müſſe, wenn wir den Neumond haben, oder den Mond ſichelförmig ſehen; wie ſich das leicht aus der iedesmaligen Lage der Erde, und des Mondes gegen einander und gegen die Sonne begreifen läßt. Es muß daher auch häufigeres Licht von unſerer Erde auf den Mond auffallen, wenn ſein gegen uns ſtehender erleuchteter Theil kleiner iſt, und eben darum der übrige größere, und von der Sonne nicht unmittelbar erleuchtete Theil geſehen werden ꝛc. ꝛc.

§. 570.

§. 570.

Nähere Beobachtungen durch Fernrohre. 1.) Einige Theile im Monde glänzen vorzüglich hell vor andern. 2.) An dem bucklichten oder ſichelförmigen Rande, welcher allemal ſehr ungleich iſt, werden im Zunehmen des Mondes einige von der Sonne entferntere Theile früher erleuchtet, als andere derſelben nähergelegene; ſo verläßt auch das Sonne-licht im Abnehmen des Mondes die der Sonne nähere Theile früher, als einige entferntere, und man ſieht dieſe am Rande des Mondes wie Punkten zerſtreut. 3.) Auf der ganzen uns ſichtbaren Mondſcheibe entdecket man häufige Mackeln, deren a) einige beſtändig, andere b) unbeſtändig ſind, und ihre Figur, Lage, und Größe ändern; dieſe haben allezeit eine von der Sonne abſtehende Richtung, uud verſchwinden in ☍ des Mondes gegen die Sonne. 4.) Wir ſehen immerdar nur die nämlichen Mackeln des nämlichen Hemisſphärium von dem Monde, und nur an dem Rande der Mondſcheibe erſcheinen gegen alle 4 Gegenden wechſelweiſe neue Theile.

I. Die Oberfläche des Mondes hat ſehr viele Ungleichheiten, hervorragende Theile, Berge u. dgl.; welche, ob ſie ſchon weiter von der Sonne entfernet ſind, dennoch früher als die näheren und niederern Theile erleuchtet werden (n. 2.). Eben dieſe Berge müſſen auch einen Schatten, und zwar anfangs einen größern, als in der Folge, werfen, und ſo die unbeſtändigen Mackeln im Monde (n. 3. b.) zeugen.

II. Da

II. Da man die beſtändigen Mackeln des Mondes in einer jedweden Lage beobachtet, auch wenn die Sonnenſtralen nothwendig auf dieſelben auffallen: ſo läßt ſichs nicht zweifeln, daß ſie ſolche Gegenden im Monde ſeyen, welche das Licht nicht ſo häufig zurückwerfen, als die helleren Theile; ſie müſſen daher auch mehr oder minder dunkel ſeyn, ie nachdem ſie das Licht häufiger, oder weniger zurückwerfen.

III. Der Mond muß ſich in dem nämlichen Zeitraume, in dem er ſeinen Lauf um die Erde vollendet, auch um ſeine Achſe drehen; widrigenfalls würde er nicht immer das nämliche Hemisſpärium gegen uns wenden (n. 4.).

IV. Doch müſſen gegen Orient und Occident wechſelweiſe immer einige neue Theile in Vorſchein kommen; weil der Mond um ſeine Achſe mit einer gleichförmigen, um die Erde aber mit einer ungleichförmigen bald ſchnellern, bald langſamern Bewegung herumläuft (nach §. vorg. II.)

V. Dieienigen neuen Theile aber, welche man gegen Süden und Norden beobachtet, beweiſen, daß die Achſe des Mondes auf die Ebene ſeiner Laufbahn unter einem Winkel von etwelchen Graden geneigt ſey; denn, da ſich die Achſe immerdar parallel bleibet: ſo müſſen uns wechſelweiſe an den beyden Polen immerdar einige neue Theile ſichtbar werden, und wieder verſchwinden.

* Ob, und was für eine Atmosſphäre man dem Monde zugeben mag, daß werde ich weiter unten bey Gelegenheit, da wir von den Sonnenfinſternißen reden werden,

den, näher berichtigen. Unterdeſſen merke ich hier von H. Boſkovichs Meinung, zufolge welcher ein flüßiger Körper den ganzen Mond gleich einem Meere, umgeben ſollte, nur dieſes an, daß ſie mir auch ſchon deßwegen ſehr unwahrſcheinlich vorkomme, weil ich glaube, man müßte ſodann an dem Monde, gleichſam wie auf einem Converſpiegel die Sonne als einen Stern ſehen, ſo, wie wir ſie, wenn wir im Monde wären, auf unſerm Ocean ſehen würden.

Von dem Mars.

§. 571.

Beobachtungen. 1.) Der Mars hat ein rothes, und feuriges Licht. 2.) Mit freyem Auge ſieht man ihn allemal rund, iedoch durch das Fernrohr nur in den Sizigien, die übrige Zeit aber bucklicht. Der erleuchtete Theil ſteht iederzeit gegen die Sonne hin. 3.) Er kömmt in ſeinem Laufe auf einer Bahn, die die Ekliptik unter einem Winkel = 1° 51′ durchſchneidet, in einer Zeit = 686 T. 22 St. 30½ M. wieder auf den nämlichen Punkt zurück. 4.) Sein ſcheinbarer Durchmeſſer iſt in der Oppoſition mit der Sonne 8mal größer, als in der Coniunction. 5.) Auch entdeckt man nur in der Oppoſition, und wenn er nimmer weit davon entfernet iſt, große Mackeln auf ſeiner Oberfläche welche aber großen Veränderungen unterworfen ſind. Sie verſchwinden, und kommen in 24 St. 40 M. wieder in die nämliche Gegend der Oberfläche zurück.

I. Auch der Mars iſt ein von der Sonne erleuchteter, kugelförmiger Körper (n. 1. 2. §. 566. III.).

II. Der Mittelpunkt ſeiner Bewegung iſt die Sonne; und ſeine Laufbahn, die er von Occident gegen Orient nach den Zeichen des Thierkreiſes durchläuft, ſchließt auch die Erde ein; denn er müßte ſonſt zwiſchen dieſelbe und zwiſchen die Sonne kommen, und auch ſichelförmig erſcheinen (n. 2.).

III. Eben darum aber muß er auch verſchiedene Abſtände von der Erde haben, und ihr in der Oppoſition viel näher, als in der Coniunction ſeyn (n. 4.).

IV. Der Mars drehet ſich auch in einer Zeit = 24 St. 40 M. von Occident gegen Orient um ſeine Achſe (n. 5.).

V. Aus dem, daß man nur in der Oppoſition Mackeln an dem Mars ſieht, folget es nicht, daß ſie auch erſt in der Oppoſition entſtehen; der Unterſchied des Lichtes wird uns nur in der Oppoſition merkbarer, weil das Licht 64mal ſtärker, und die Erde dem Mars 8mal näher iſt.

VI. Was wir alſo von den Mackeln des Mondes geſagt haben (§. vorg. II.), das gilt auch von den Mackeln des Mars. Ihre Aenderungen mögen vielleicht neben dem Unterſchiede der reflektirenden Theile auch die verſchiedenen Wirkungen einer Atmoſphäre des Mars zum Grunde haben.

Vom Jupiter, und ſeinen Trabanten.

§. 572.

Beobachtungen vom Jupiter. 1.) Das Licht des Jupiters iſt nach dem Lichte der Venus das helleſte. 2.) Sei-

2.) Seine Laufbahn auf der er ſich von Occident gegen Orient um die Sonne bewegt, ſchneidet die Ekliptik unter einem Winkel = 1° 20′. Seine Umlaufszeit um die Sonne iſt = 11 Jahre 313 T. 12 St. 3.) Wir ſehen ihn immerdar beynahe rund; doch hat neben andern H. Schort (a) den Diameter ſeines Aequators größer als die Achſe beobachtet, und zwar daß ſich iener zu dieſer verhielt = $\frac{1}{14}$: $\frac{1}{13}$. 4.) Der ſcheinbare Diameter des Jupiters in ☍ ☉ verhält ſich zu ienem in ☌ ☉ = 2 : 1. 5.) Um dem Jupiter beobachtet man zwo Gattungen von Mackeln. a.) Einige umgeben ihn wie Bänder, und von dieſer Gattung beobachtet man gemeiniglich drey, zwo gegen den Südpol, und eine gegen den Nordpol, ob man gleich zuweilen auch fünf zuweilen aber auch nur eine einzige dergleichen Mackel ſehen kann. Sie haben viele Abänderungen; ihre Breite nimmt bald ab, bald zu: Die unterſte gegen Süden wird oft unterbrochen, ſo daß der Zwiſchenraum nach und nach immer größer wird, bis ſie endlich allerdings verſchwindet; nach einigen Jahren kömmt ſie aber wieder zum Vorſchein. b.) Von einer andern Gattung Mackeln iſt dieienige, welche an der unterſten ſüdlichen Binde bisweilen entſtehet. Dieſe wurde in den Jahren 1665 bis 1708 achtmal an dem nämlichen Orte, iedoch niemal in Abweſenheit der Binde ſelbſt geſehen. Sie bewegte ſich von Orient gegen Occident, iedoch an den beyden Randen des Jupiters allemal langſamer, wo ſie auch kleiner erſchien: nach einer Zeit = 9 St. 56 M. kam ſie aber wieder auf den nämlichen Punkt. Von andern zufälligen Mackeln werden wir in der Folge noch reden (§. folg. n. 6. IV).

(a) La Lande Aſtron. Liv. XX. §. 2591.

I. Der Jupiter hat eine ſphäroideiſche Figur (n. 3.). Er drehet ſich in 9 St. 56 M. um ſeine Achſe (n. 5. b.) Er wird von der Sonne erleuchtet; denn er wirſt einen Schatten nach der Richtung der Sonne (§. 274 und §. folg.)

II. Seine Entfernung von der Sonne iſt größer, als iene des Mars; ſonſt müßte der Unterſchied des ſcheinbaren Diameters in ☍ und ☌ ☉ ienem im Mars mehr gleich ſeyn; auch müßte man ihn wie den Mars bucklicht ſehen, weil in einer kleinern Entfernung unmöglich das nämliche Hemiſphärium, welches gegen die Sonne hinſtehet, gegen die Erde leuchten könnte.

III. Seine Laufbahn ſchließt alſo die Sonne, und die Laufbahnen aller bisher erklärten Planeten ein.

IV. Die Erklärung von ſeinen Mackeln iſt wieder eben die nämliche, die wir eben vorher von den Mackeln des Mars gegeben haben (vorg. §. VI.).

§. 573.

Beobachtungen von den Trabanten des Jupiters. 1.) Schon im Jahre 1609 bald nach Erfindung der Fernrohre hat Simon Marius, und gleich im darauffolgenden Jahre auch Galiläus von Galiläi 4 Trabanten um den Jupiter entdeckt. Dieſe Trabanten bewegen ſich eben ſo um den Planeten, wie der Mond ſich um unſre Erde bewegt, und ſtehen in einer faſt geraden Linie nebeneinander. 2.) Die größte Ausſchweifung derſelben von dem Mittelpunkte des Jupiters iſt verſchieden. Jene des nächſten und erſten

Traban-

Trabanten iſt = $5\frac{2}{3}$ Semidiametern des Jupiters: des Zweyten = 9: des Dritten = $14\frac{23}{60}$: des Vierten = $25\frac{2}{3}$. 3.) Ihr Lauf geht von Orient gegen Occident, und die Cubi ihrer Entfernungen vom Jupiter verhalten ſich genau, wie die Quadrate ihrer periodiſchen Zeiten. 4.) Von ihrer größten occidentaliſchen Ausſchweifung zur orientaliſchen ſteigen ſie über den Jupiter hinauf, von der orientaliſchen aber zur occidentaliſchen aber gehen ſie unter dem Jupiter und zwiſchen der Erde durch. 5.) Wenn ſich der Jupiter in den Knoten der Ekliptik befindet: ſo ſcheinen ſie ſich in geraden Linien zu bewegen, außer dieſen Knoten aber ſcheinen ſie eine elliptiſche Linie zu beſchreiben, welche mehr, oder weniger merklich iſt, ie nachdem der Jupiter mehr oder weniger von den Knoten entfernet iſt. 6.) In denienigen zweenen Theilen ihrer Laufbahn, welche durch die ſichtbare Scheibe des Jupiters abgeſchnitten werden, verſchwinden ſie, doch ſo: a.) daß, da der Trabant ſich unter dem Jupiter von Occident gegen Orient fortbewegt, auf demienigen Theile des Planeten, auf den eine gerade Linie aus dem Mittelpunkte der Sonne durch den Trabanten hingehet, eine ſchwarze Mackel erſcheint, welche die nämliche Bewegung mit dem Trabanten hat, ſie mag nun vor oder nach dieſem dahergehen. b.) Neben dieſer Mackel erſcheint zuweilen auch eine andere, die mit der vorigen parallel, und in gleicher Geſchwindigkeit fortläuft. c.) Bewegt ſich hingegen der Trabant von Occident gegen Orient über den Jupiter hinauf: ſo verſchwindet er ſchon früher, als er hinter den Jupiter zu ſtehen kömmt, und zwar allemal dort, wo die Linien hinlaufen, die wir uns von der Sonne an dem Rande des Jupiters vorbey auf die Laufbahn des Trabanten gezogen einbilden.

 I. Dieſe

I. Dieſe Trabanten werden von der Sonne erleuchtet; denn ſie verſchwinden im Schatten ihres Planeten (n. 6. c.).

II. Sie werden von dem Jupiter im verkehrten Quadratverhältniße ihrer Entfernungen angezogen (n. 3. und §. 159. V. VI.).

III. Ihre Laufbahn iſt folglich eine Ellipſe; die Urſache, warum ſie uns nicht allemal als eine ſolche erſcheint (nach n. 5.), erhellet ſchon aus dem obigen §. 557. II.

IV. Die (n. 6. a) beſchriebene Mackel iſt der Schatten des Trabanten; denn dieſer wirft einen Schatten, und zwar eben dorthin, wo man die Mackel beobachtet (I n. 6. a). Die zweyte Mackel (n. 6. b), welche oft zu der vorigen noch hinzukömmt, iſt der Trabant ſelbſt, welcher ſich dem Lichte nach vom Jupiter unterſcheidet; daher es leicht zu begreifen iſt, warum die beyden Mackeln immerdar gleiche Geſchwindigkeit, und gleichen Abſtand behalten.

Vom Saturnus.

§. 574.

Der Saturnus unterſcheidet ſich von den übrigen Planeten ſehr merklich 1.) durch ſein todtes und bleiches Licht. 2.) Es welzen ſich um ihn 5 Trabanten herum; 3.) Auch iſt er mit einem ziemlich breiten und um und um von ihm entfernten Ringe umgeben.

§. 575.

Beobachtungen vom Saturnus, und ſeinen

Trabanten. 1.) Der Saturnus iſt unter einem jeden Geſichtspunkte rund, niemal bucklicht, oder ſichelförmig. 2.) Er bewegt ſich von Occident gegen Orient um die Sonne, und vollendet ſeinen Umlauf in 29 Jahren, 174 T., 4 St., 58 M. 3.) Der Unterſchied der Größe ſeines ſcheinbaren Durchmeſſers in ☍ und ☌ ☉ iſt nicht beträchtlich. 4.) Von den Trabanten des Saturnus gilt beynahe alles das, was wir von den Trabanten des Jupiters (§. 573. n. 3. 4. 5. 6.) angeführet haben. a) Die nächſten zween an dem Saturnus ſind nur in den beyden größten Ausſchweifungen, b) der 5te aber gar nur in der orientaliſchen Ausſchweifung ſichtbar. c) Im Jahre 1715 am 26ten Merzen verlor der 4te Trabant, da er ſich von Occident gegen Orient bewegte, ſein Licht ſchon in einer ziemlich großen Entfernung vom Saturnus etliche Stunden hindurch.

I. Die Figur des Saturnus iſt ſphäriſch (1.). Er hat kein eigen Licht (§. vorg. 1.); und ſeine Trabanten werden in ſeinem Schatten verfinſtert (n. 4.).

II. Seine Entfernung von der Sonne iſt weit größer als aller übrigen Planeten (n. 1. 2. 3. §. 572 II.)

III. Die Beobachtungen von den Trabanten des Saturnus haben, in ſoweit ſie ienen von den Trabanten des Jupiters ähnlich ſind, mit dieſen auch ähnliche Erklärungen (§. 573. I. II. III.). Die zween nächſten Trabanten ſind wegen der zu großen Entfernung von der Erde nahe um den Planeten wegen ihrer Kleinigkeit, und dem Licht des Hauptplaneten nicht ſichtbar. Das ſonderbare Phönomen (n. 4. c.)

läßt ſich erklären, wenn man annimmt, daß der Trabant eben eine Seite, welche das Licht nicht häufig genug zurückwirſt, gegen die Erde wende, und neben dem die Bewegung um ſeine Achſe in eben der Zeit vollende, in welcher er um den Saturnus herumläuft (§. 570. III.).

§. 576.

Beobachtungen über den Ring des Saturnus.

1.) Der Durchmeſſer dieſes Ringes verhält ſich zum Durchmeſſer des Planeten = 7 : 3. 2.) Seine Breite iſt = $\frac{1}{3}$ von dem Durchmeſſer des Saturnus. 3.) Eben ſo breit iſt der Zwiſchenraum, der den Ring von dem Saturnus abſöndert. 4.) H. Schort hat durch ſein vorzüglich gutes Teleskop an dieſem Ringe wahrgenommen, daß er nicht nur in zween (wie H. Caſſini beobachtete) ſondern wohl in 4 concentriſche Ringe durch drey dunkle ebenfalls concentriſche Kreiſe getheilet ſey (a). 5.) Dieſe dunkle Kreiſe ſind aber an denienigen Theilen unſichtbar, welche vor dem Saturnus und zwiſchen unſerm Auge ſo zu ſtehen kommen, daß das Licht des Saturnus durch dieſelben ſcheinen kann. 6.) Die Breite des ganzen Ringes iſt nicht unter einem ieden Geſichtpunkte gleich groß; bisweilen wird er völlig unſichtbar, doch iſt alsdann ſein Schatten im Saturnus zu ſehen, welcher die Richtung des von der Sonne dahin auffallenden Lichtes hat.

I. Dieſer Ring erhält ſein Licht von der Sonne; denn er wirft einen Schatten nach der Richtung des Sonnelichts (n. 6.).

II. Er

(a) La Lande Aſtronomie §. 2594.

II. Er beſteht aus vier kleinern von einander abgeſonderten Ringen; denn es iſt leerer Raum zwiſchen denſelben. (n. 5.).

III. Wenn er unſerm Auge ſchief entgegen ſteht: ſo muß von ſeiner ſcheinbaren Breite nothwendig ein Theil verloren gehen, und das zwar um ſo mehr, ie ſchiefer er dem Auge entgegenſteht. Er muß allerdings unſichtbar werden a) wenn ſeine Breite gegen das Aug gar keine Neigung hat, ſo das wir ihn nur ſeiner Höhe nachſehen könnten, welche aber in ſo einer großen Entfernung nimmer merklich iſt, b.) wenn er von der Sonne bloß der unmerklichen Höhe nach angeſchienen wird, da er mit dieſer gerade nach dem Mittelpunkt der Sonne gerichtet iſt, c.) wenn er uns ſeine ſchattichte Fläche zeiget, welche von der Sonne nicht erleuchtet wird.

IV. **Wegen ſeiner auf allen Seiten gleichen Schwere bleibt er immerdar ringsherum von dem Saturnus abgeſöndert;** denn wenn er nach allen Richtungen gleich ſtark angezogen wird, ſo kann ſich kein Theil mehr als der andere nähern.

Von den Cometen.

§. 577.

Beobachtungen. 1.) Das Licht der Cometen iſt ſehr blaß, beſonders, wenn ſie weit von der Sonne entfernet ſind; es wächſt aber 2.) mit der Annäherung derſelben gegen die Sonne, und 3.) wenn er der Erde näher wird. 4.)

Caſſini (a) hat den Cometen vom J. 1744. am 15ten Februar in einem Quadraturlichte beobachtet, und die eine Helfte von dem Hemisſphärium, das er gegen die Erde kehrte, dunkel, die andere aber, welche zugleich gegen die Sonne hinſtand, erleuchtet geſehen. 5.) Von den Cometen läßt ſich gemeiniglich keine Parallaxe beſtimmen, ob man ſie ſchon aus den entfernteſten Orten zugleich beobachtet.

I. **Die Cometen ſind** keine Lufterſcheinungen, ſondern **wahre Himmelskörper** (n. 1. 5.).

II. **Sie haben kein eigen Licht**, ſondern bekommen es von der Sonne (n. 1. 2. 3. 4.).

§. 578.

Beobachtungen über ihre Bewegung. 1.) Die Cometen haben auf verſchiednen Theilen ihrer Laufbahn ungleiche Geſchwindigkeiten; nahe an der Sonne bewegen ſie ſich ſchnell, und immer langſamer, wie ſie ſich von derſelben entfernen. 2.) Wenn man aus dreyen Obſervationen des nämlichen Cometen ſeinen Weg nach den Geſetzen der Ellipſe beſtimmt (b): ſo trifft ſeine Bewegung mit dieſer Beſtimmung ſehr genau zuſammen. 3.) Die Lage der beſtimmten Laufbahn hat zwar die verſchiedenſten Richtungen, doch iſt ihr Focus allemal in der Sonne. 4.) H. Halley hat nach den Newtonianiſchen Geſetzen aus den Beobachtungen der Alten erwieſen, daß der Comet, den man in den Jahren 1607 und 1682 ſah, eben der nämliche war, den man ſchon im

J. 1531.

(a) Mem, de l'acad. roy. 1744.

(b) La Lande Aſtronomie §§. 2443. -- 2470.

J. 1531. beobachtet hatte, er kündigte ihn auch für das J. 1759. vorher an, wo er denn wirklich erſchienen iſt. Man erwartet auch gegen die Jahre 1790, 1848, 2254 drey Cometen, die man ſchon in den Jahren 1556, 1661, und 1680 beobachtet hat (a) 5.) Man hat noch keinen Cometen auf ſeiner ganzen Laufbahn verfolgen können.

I. **Die Cometen bewegen ſich in einer ordentlichen elliptiſchen Laufbahn** (n. 1 – 5.) die wegen ihrer erſtaunlich großen Excentricität einer Parabel ſehr nahe kömmt (n. 5.), **um die Sonne herum.**

* Der eigenthümliche Beweis, daß ſie nichts weniger, als außerordentliche Vorboten außerordentlicher Revolutionen auf unſerer Erde, ſind.

II. Weder ihre Umlaufszeit, noch ihre Laufbahn läßt ſich ſo genau, wie von den Planeten, beſtimmen, einmal, weil wir ſie nur in einem ziemlich kleinen Stücke ihrer Laufbahn ſehen, und dann, weil ſie in ihrem höchſt excentriſchen Laufe von den größern Planeten, dem Jupiter und Saturnus angezogen, und in ihrer Bewegung unberechnungsbare Aenderungen leiden können.

§. 579.

Beobachtungen über den Schweif der Cometen. 1.) Den Cometen begleitet insgemein ein ſehr dünnes, weißes, und neblichtes Licht, das ihn in ☍ ☉ völlig umgiebt; außer der ☍ aber nur auf derienigen Seite, welche von

---

(a) eben dort §§. 2471 – 2486.

von der Sonne hinwegſtehet, ſichtbar iſt. Im erſten Falle ſagt man, daß der Comet **haaricht** ſey; im zweyten nennt man ihn **geſchweift** oder **gebartet**, je nachdem das neblichte Licht kurz oder lang iſt. 2.) Es iſt dieſes Nebenlicht ſo fein, daß man auch die Fixſterne noch durch daſſelbe ſieht. 3.) Seine Länge iſt verſchieden; manchmal erſtreckt es ſich bis 60, 70, und noch mehrere Grade. 4.) An den Orten, wo man das Zodiakallicht ſtärker ſieht, da erſcheint auch der Schweif des Cometen länger. So ſah man zu Paris an dem Cometen von 1759. beynahe gar keinen Schweif, indeß H. **Ratte** zu Mont Pellier und H. **de la Nun** auf der Inſel Bourbon einen 25° langen beobachtet haben. 5.) Es ſcheint ſich dieſes Licht allemal nach der Gegend hin zu krümmen, welche der Comet in ſeiner Bewegung verlaſſen hat. 6.) Zuweilen erſcheint es auch gleichſam getheilt.

I. **Dieſes Nebenlicht des Cometen hängt von dem Sonnelicht**, ſo wie ſeine Lage von der Lage des Cometen gegen die Sonne (n. 1.) ab, und hat mit dem Zodiakallichte ſehr viele Aehnlichkeit (§. 563.).

II. Es ſcheint daher auch nichts anderes zu ſeyn, als das Sonnenlicht welches in ienem Raume, wo es erſcheint, zu unſerm Auge zurückgeworfen wird.

III. Die Materie, die das Sonnelicht in demſelben Raume zurückwirft, muß ſehr **fein**, und in der Oppoſition des Cometen mit der Sonne rings um denſelben ausgegoßen, außer der Oppoſition aber häufig auf derienigen Seite vorhanden ſeyn, wo man den **Schweif** wahrnimmt (n. 2. 1.);

auch muß ſie ſich in eine große Entfernung von dem Cometen erſtrecken (n. 3.).

* Newton ſieht dieſe Materie für eine Ausdünſtung des Cometen an, die nahe an der Sonne durch die Hitze ausgedehnt, und theils von der übrigen Atmosphäre des Cometen, theils von der Sonnenatmosphäre, als ein ſpecifiſch leichterer Körper, in die Höhe gedrückt, oder etwa von den Stralen der Sonne geſtoſſen wird. In der Oppoſition alſo, wo dieſes nur in die von uns abſtehende Seite geſchehen kann, wird dieſer Dunſt rings um den Cometen herum gegen uns das Licht zurückwerfen, und der Comet mit ſelber umgeben geſehen werden; in den übrigen Theilen der Laufbahn aber müſſen wir dieſe erleuchtete Materie bald gegen Orient, bald gegen Occident mehr oder minder ausgedehnt ſehen, ie ſelbe mehr oder minder ſchief gegen unſer Aug ſtehet. 3.) Die Krümmung des Schweifes (n. 5.) iſt vielleicht eine Wirkung von dem Widerſtande der Sonnenatmoſphäre, welche zwar auch dem Cometen, iedoch nicht ſo ſtark, als ſeiner lockerern, flüßigern, und leichteren Atmoſphäre widerſteht.

** Ob es Planetenbewohner giebt? Die Erde iſt ein Planet, und hat ihre Bewohner. Warum ſollen wir wider alle Analogie von den übrigen anders denken?

III. Abſchnitt.

Von der Verbindung der Weltkörper.

I. Kapitel.

Von dem allgemeinen Weltſyſtem.

§. 580.

Man hat nach den genaueſten **Beobachtungen** und aſtronomiſchen **Berechnungen** gefunden, daß ſich in allen Planeten die Quadrate ihrer periodiſchen Zeiten wie die Cubi ihrer Entfernungen von der Sonne verhalten. Eben dieſes Geſetz erhält vollkommen bey unſrer Erde, wenn man annimmt, daß ſie ſich um die Sonne bewege; dieß hat **Keppler** (a) längſt aus den Beobachtungen gefunden, und **Newton** aus dem Geſeze der allgemeinen Schwere erwieſen (Sieh den I. Th. §. 157 -- 160. 2.) **Manfred**, **Molinoe**, und **Bradley** nebſt vielen andern, als ſie darauf bedacht waren, eine Parallaxe der Fixſterne zu finden, bemerkten an dieſen zufälliger Weiſe eine Bewegung, wie es ſchien, von Occident gegen Orient, die auf keine Weiſe mit den Geſetzen der Parallaxe, wohl aber mit denienigen Regeln ſehr genau übereinſtimmt, nach welchen die Sterne immer an einem andern Orte geſehen werden müſſen, wenn ſich die Erde wirklich eben ſo auf der Ekliptik um die Sonne bewegt, wie ſich die Sonne um die Erde zu bewegen ſcheint (§. 558. 559.).

§. 581.

(a) La Lande Liv. VI. §. 892. und in folgenden.

§. 581.

Die Erde läuft auf der Ekliptik in einer Zeit = 365 T. 6 St. 9 M. 30 S., gleich andern Planeten, um die Sonne herum. Wir haben allerdings keine Urſache die Bewegung der Sonne vielmehr, als die Bewegung der Erde zu behaupten (§. 562. I.); für die Bewegung der Erde aber ſtellen ſich uns die überzeugendſten Gründe dar. 1.) Das Abweichen der Sterne (§. vorg. n. 2.) iſt eine allerdings unerklärbare Erſcheinung, wenn man die Bewegung der Erde nicht vorausſeʒt; im Gegentheile iſt es eine nothwendige und völlig entſprechende Folge von der Bewegung der Erde, wenn dieſe wirklich iſt. 2.) Das allgemein in dem ganzen übrigen Weltgebäude erhaltende Schweregeſeʒ (§. vorg. 1.) müßte gerade und bloß bey unſerer Erde einen Ausnahm leiden; denn wenn man die Cubikentfernungen des Mondes und der Sonne mit den Quadraten der periodiſchen Zeiten, 29 und 365 Tage vergleicht: ſo ergiebt ſich nichts weniger, als die bey andern Himmelskörpern ſo genau zutreffende Proportion; es dörfte die Sonne hiezu nur 153mal weiter, als der Mond von der Erde entfernet ſeyn. Bewegt ſich aber unſere Erde um die Sonne: ſo beobachtet ſie das allgemeine Schweregeſeʒ mit den übrigen Planeten (§. vorg. n. 1.). 3.) Ferner müßte die Erde wegen der allgemeinen und gegenſeitigen Schwere, als ein weit kleinerer Körper nothwendig an die Sonne, als an den größern Körper hingeriſſen werden, wenn ſie ſich nicht um dieſelbe herumbewegte.

I. Die

I. Die Laufbahn der Erde iſt kein Zirkel, ſondern eine Ellipſe; denn es muß von ihrer Bewegung eben das wirklich verſtanden werden, was man bey der ſcheinbaren Bewegung der Sonne wahrzunehmen glaubt (§. 562. II.).

II. Ob ſich gleich die Erde um die Sonne herumwelzet: ſo muß uns doch die Sonne nach der Ordnung der Himmelszeichen fortzugehen ſcheinen; denn da ſich die Erde z. B. im Zeichen des Widders befindet, müſſen wir die Sonne im entgegengeſetzten Zeichen der Wage, und wenn die Erde in das Zeichen des Stieres kömmt, in dem entgegengeſetzten Zeichen des Scorpions ſehen, u. ſ. f.; weßwegen ſie uns eben ſo vorgerückt zu ſeyn ſcheint, wie die Erde wirklich vorgerückt iſt.

III. Die Erde durchläuſt alſo die nördlichen Zeichen geſchwinder, als die ſüdlichen, gleichwie die Sonne die ſüdlichen geſchwinder, als die nördlichen zu durchlaufen ſcheint (§. 562. 2.); denn die wahre Bewegung geſchieht allemal in den entgegengeſetzten Zeichen.

§. 582.

Die Erde drehet ſich auch beynahe in 24 Stunden um ihre Achſe. 1.) Aus der ſcheinbaren Bewegung der Sonne und des ganzen geſtirnten Himmels läßt ſich auf die wirkliche kein Schluß machen, ſo lange dieſe Erſcheinung durch die Bewegung der Erde eben ſo gut erkläret werden kann (§. 547. I.); und da ſich 2.) die Erde, gleich den übrigen Planeten, um die Sonne herum bewegt: ſo iſt es eben ſo unwahrſcheinlich, daß ſich die Sonne mit dem ganzen

Him=

Himmel um die Erde bewege, als es gewiß iſt, daß ſie ſich nicht um die übrigen Planeten ſo herumbewegt; vielmehr muß uns die Bewegung aller Planeten um ihre Achſe eine ähnliche Bewegung der Erde wahrſcheinlich machen (§. 567. III. §. 570. III. §. 571. IV. §. 572. 1.). Zu dem allen kömmt noch 3.) die §. 568. II. beſchriebene Figur der Erde. 4.) Die um den Aequator wirklich geringere Schwere der Körper, welche eine nothwendige Folge der Bewegung um die Achſe iſt; indem die beym Aequator größere Centrifugalgewalt der Schwerekraft gerade entgegenwirket.

§. 583.

In der Sonne iſt alſo der gemeinſchäftliche Schwerepunkt, um den ſich unſere Erde ſowohl, als alle übrigen Planeten nach den allgemeinen Geſetzen der Schwere ſo herumbewegen, daß ſich die Quadrate ihrer periodiſchen Zeiten ziemlich genau wie die Cubi ihrer Entfernungen von der Sonne verhalten. Dieſer Satz drückt das Syſtem der Planetenwelt überhaupt aus.

I. Der Schöpfer mußte neben der Schwerekraft einem ieden Planeten gleich vom Anfange ſeiner Bewegung einen gewiſſen Grad von Geſchwindigkeit nach einer beſtimmten Tangentialrichtung ertheilen; ohne welche die Bewegung in krummen Linien unmöglich wäre (§. 157. 158.).

II. Dadurch wurde auch die Verlängerung und die Lage der elliptiſchen Laufbahn eines ieden Planeten beſtimmt; denn

denn die erſte hängt von der Proportion der Schwere, und der Tangentialkraft: und die zweyte von der Richtung der Tangente ſelbſt ab (§. 160. Anm.).

III. **Dieſes alles gilt auch von den Secundarplaneten,** bloß mit dem Unterſchiede, daß dieſe neben der mit dem Planeten gemeinſchaftlichen Bewegung, auch noch eine beſondere um ihren Planeten nach den nämlichen Geſezen haben.

* Um ſich den Begriff von dieſem Syſteme leichter zu machen, nehme man die VII. Fig. zu Hilfe, auf welcher die Proportion von den Entfernungen der Planeten, mit möglicher Genauigkeit im Kleinen entworfen iſt. Zwar hat man die Neigungen ihrer Bahnen auf die Ekliptik auf der Ebene nicht ausdrucken können, ſie ſind aber doch auf der zweyten Tabelle angezeigt, welche zugleich alle übrige Verhältniße der Planeten enthält, wie ſie aus der Parallaxe der Sonne = 8″, 70′ nach den neueſten Beobachtungen des berühmten K. K. Aſtronom. H. Hell zu Wardehous 1769. 3. Junius beſtimmt worden ſind. Es iſt aber hier noch anzumerken, daß zwar die elliptiſchen Laufbahnen vollkommen ſo, wie ſie gezeichnet ſind, beſchrieben werden müßten, wenn die Sonne allein in die Bewegung der Planeten wirkte; allein da dieſe ſich auch ſelbſt untereinander in verſchiednen Abſtänden, verſchieden anziehen: ſo müſſen nothwendig viele Irregularitäten entſtehen, welche vorzüglich an dem Monde beobachtet werden können. Man hat ſie aber alle ſo ziemlich genau beſtimmt, und in eine Ordnung gebracht; der

enge

enge Raum eines phyſikaliſchen Lehrbuches geſtattet es mir nicht, ſie hier anzuzeigen, man mag ſie alſo in aſtronomiſchen Büchern z. B. in des H. **Mitterbachers** Anfangsgründen zur phyſ. Aſtronomie, oder wohl ſelbſt in der Quelle in **La Landes** Aſtronomie nachſuchen (a).

** Die meiſten Einwendungen, die man wider die Bewegung der Erde zu machen pflegt, haben die Gegner bey der Bewegung anderer Planeten ſelbſt aufzulöſen. Viele ſind auch dadurch entſtanden, wenn man nicht bedacht hat, daß die Bewegung auf der Ekliptik ſowohl, als um die Achſe allen Körpern auf der Erde gemein ſey, ſie mögen hernach in der Luft ſchweben oder auf der Erde liegen; das Gleichniß von der Bewegung eines großen Schiffes iſt zur Erklärung der Sache, eben nicht unſchicklich. 2.) Uebrigens hat man dieſem Syſteme auch das Anſehen der heiligen Schrift entgegengeſetzt, als wenn ſie der Bewegung der Erde widerſpäche. Allein die Schrift redet in allen Stellen nach dem gemeinen Wortverſtande, und hat nichts weniger zur Abſicht, als eine aſtronomiſche Frage zu entſcheiden. Auch der geübteſte Aſtronom ſagt im gemeinen Reden: **die Sonne geht auf, und unter, gehet durch den Meridian u. ſ. f.** wenn er ſchon von der Bewegung der Erde überzeuget iſt. Ich achte es für unnöthig alle die Stellen ſonderheit-

---

(a) des inegalités, que produiſſent les attractions mutuelles &c. a §. 2757.

lich anzuführen, und zu erklären, welche man insgemein einwendet; die wichtigſten ſind Joſ. X. 12. 13. und Prediger I. 4, 5, 6. In der erſten verſteht ſich alles nur von dem optiſchen Standorte der Sonne; und in der zweyten iſt die Rede von dem Unbeſtande des menſchlichen Lebens, und der Fortdauer des alten Erdballes ungeachtet aller Veränderungen, die auf ihm vorgehen; auch wird die Vergänglichkeit der irrdiſchen Dinge mit der Abwechſelung der Tageszeiten verglichen; hiebey bleibt aber der Aehnlichkeitspunkt, es mag die Sonne oder die Erde bewegt werden; und ſo ſind auch andere Stellen nach dem alltäglichen Wortgebrauch zu verſtehen. Daß die Schrift oft nach unſerm Sinne rede, davon haben wir ein Beyſpiel im Buch der Schöpfung I. 16, wo es heißt: Gott machte zwey große Lichter ꝛc. Niemand wird uns doch aus dieſen Worten beweiſen wollen, daß Sonne und Mond die größten Geſtirne am Himmel in einem andern Verſtande ſind, als in ſo weit ſie uns als dieſelben vorkommen.

*** Die Bewegung der Erde um die Sonne haben ſchon in den älteſten Zeiten, die Pythagoräer behauptet. Nic. Copernicus, ein geborner Preuße, und nachmals Canonicus in Polen hat im J. 1530 den Gedanken neuerdings durchgedacht, berichtiget, und alles in ein Syſtem gebracht, das den Namen noch von ihm behält. Im J. 1582. unternahm es Tycho von Brahe ein edler Däne, die alte Meinung von der Bewegung der Sonne zu beſtättigen, und alles dadurch zu erklä-

erklären, Copernicus und Tycho glaubten aber beyde noch, daß die Bewegung in Zirkellinien geſchehe, bis der unſterbliche Keppler abermal ein Deutſcher, und geborner Würtemberger durch ſeinen unermüdeten Fleiß, und immerwährendes Obſerviren die ellyptiſchen Laufbahnen beſtimmet hat, ohne iedoch die phyſiſche Urſache der Bewegungen angeben zu können, welche endlich der große Newton aufgedecket hat.

II. Kapitel.

Von den Folgen dieſes Weltſyſtems.

Als Folgen des erklärten Weltſyſtems betrachte ich 1.) die ſcheinbaren Bewegungen der Planeten (§. 551. n. 5.), und auch der Fixſterne, 2.) die Sonnen- und Mondsfinſterniße. 3.) Die Abwechſelung der Tages- und Nachtslänge. 4.) Die Fluth und Ebbe des Meeres.

Von den ſcheinbaren Bewegungen der Planeten, und der Fixſterne.

§. 584.

Obgleich die Planeten ihre elliptiſche Laufbahn ordentlich um die Sonne durchlaufen: ſo müſſen ſie uns doch wegen der Bewegung unſerer Erde bald nach der Ordnung der Himmelzeichen (directi), bald wider dieſelbe (retrogradi) bewegt zu werden, bald an dem nämlichen Orte einige Zeit zu verweilen (ſtationarii) ſcheinen. Setzen wir Fig. VIII. die Sonne in S: die nächſte Linie drücke uns die Laufbahn des Merkurius,

die mittlere die Laufbahn der Erde, und der groſſe Bogen am die Himmelsſphäre aus. Da ſich die periodiſchen Zeiten des Merkurius und der Erde ungefähr = 1 : 4 verhalten (ſieh die II. Tab.), ſo wird der Merkurius ſeine ganze Laufbahn machen, bis die Erde den vierten Theil der ihrigen M N durchläuft. Befindet ſich nun der Merkurius in 1 und die Erde ebenfalls in 1 bey N: ſo muß der Merkurius durch die Linie 1 1 a; in der Folge aber durch die Linie 22b, 33c, 44d, 55e, 66f, 77g, 88h geſehen werden; folglich wird er ſich von a bis e gerade fort, von a biß g rückwärts, zwiſchen d und g aber, d e und f gar nicht zu bewegen ſcheinen.

Eben ſo läßt es ſich von einem iedweden andern, auch von den höheren Planeten zeigen, wenn man ſeine Laufbahn und die Laufbahn der Erde nach dem Verhältniße ihrer periodiſchen Zeiten eintheilt, und die Linien genau beſtimmt, nach denen ſie jedesmal an der großen Himmelsſphäre geſehen werden müſſen.

§. 585.

Die anziehende Kraft der Sonne und des Mondes muß in der Lage der Erdachſe, und folglich auch des Aequators nothwendig eine Aenderung hervorbringen; denn, da der Durchmeſſer des Aequators der Erde größer iſt, als die Achſe (§. 568. II.): ſo kann die Gleichheit der anziehenden Kräfte, auf alle Theile, welche nur in einer Sphäre möglich iſt, hier nicht Plaß haben, und es müſſen einige Theile ſtärker andere ſchwächer angezogen werden.

Wie

* Wie aus dieſem eine **langſame Bewegung der Erdpole** um den Pol der Ekliptik, und die **Präceſſion der Aequinoctien** erfolge, kann man in der Phyſik des P. Mako P. I. Sect. V. c. VI. oder in La Landes Aſtronomie L. XXII. erſehen. Und eben darum müſſen auch alle Sterne, und ſelbſt die Fixſterne eine ſcheinbare Bewegung nach der Länge bekommen, die erſt in 25740 Jahren vollendet wird; denn der Bogen, der die Länge der Sterne mißt (§. 550.), muß wegen dem Zurückweichen der Knotten des Aequators in der Ekliptik immerdar größer werden.

** Die Größe der Aenderung, welche dieſe Ungleichheit der Kräfte bewirkt, hat **Bradley** durch müheſame Beobachtungen, und **La Lande** (a) durch weitſchichtige Berechnungen beſtimmt. Sie fanden: daß, wenn die Erde durchaus gleich dicht wäre, die Aenderung welche nur durch die Sonne allein verurſachet wird, 21″ in der Zeit betrüge; In Rückſicht aber auf die ungleiche Dichtigkeit der Erde beträgt die ganze Wirkung der Sonne 14″ 5‴; Die Wirkung des Mondes 35″ 5‴; beyde zuſammen alſo betragen beynahe 50″ in einem Jahre, und in 72 Jahren erſt 1°; folglich müſſen die Sterne in der bemeldeten Zeit d. i. binnen 25740 J. die ganze Ekliptik zu durchlaufen ſcheinen.

§. 586.

Da ſich der Mond nicht mit der Erde auf der Ekliptik beweget (§. 581. II. III.); ſondern dieſelbe immerdar in an-

 dern

(a) Aſtronomie §. 2883 &c. &c.

dern Punkten durchſchneidet, ſo, daß die Mondsknoten erſt nach 19. Jahren in den vorigen Punkt zurücke kehren; ſo verurſachet dieſes wieder eine ſonderheitliche Aenderung in der Erdachſe, welche man die **Schwankung der Erdachſe** (nutatio axis terreſtris) nennt. Wegen dieſer Aenderung nähern ſich die Sterne dem Aequator, und entfernen ſich wieder davon, ſo, daß ſie eine neue ſcheinbare Bewegung in einer Zeit = 19 J. vollbringen, während der Zeit die Pole der Erdachſe gleichſam einen Zirkel um einen unbeweglichen Punkt von Aufgang gegen Untergang zu beſchreiben ſcheinen.

Von den Finſterniſſen.

§. 587.

Die Planeten entziehen uns nicht ſelten das Licht anderer Geſtirne, wenn ſie zwiſchen dieſelben und zwiſchen unſer Auge zu ſtehen kommen; und dieſes nennt man eine **Finſterniß**, eine **Verfinſterung** des entzogenen Geſtirns. Sie iſt entweder eine **wahre**, oder nur eine **anſcheinende** Verfinſterung; je nachdem das Geſtirn ſein Licht entweder wirklich, oder nur dem Scheine nach verliert. So giebt es auch **augenblickliche**, oder **andauernde**, **gänzliche**, oder nur **Theilfinſterniſſe**.

§. 588.

Der Mond wirft manchmal einen **Schatten, welcher länger iſt, als der Abſtand des Mondes von der Erde hinter ſich**. Es ſeyen (Fig. IX.) S, L die Mittelpunkte der Sonne, und des Mondes.

Die

Die Stralen der Sonne, welche nächſt am Monde vorbey⸗gehen, machen den Winkel O P M. Wenn wir durch die Mittelpunkte dieſer Körper die Linie S P, und mit M P eine Parallellinie L X, zugleich aber S M und L N auf M P ſenkrecht ziehen: ſo entſtehn die zwey ähnliche Dreyecke S L X und S P M; folglich iſt S X = S M — X M oder S M — L N der Unterſchied der Durchmeſſer, und L N : S M = S L : S P. Da nun S M und L N, und auch S L ſchon vorhinein be⸗kannt ſind; läßt ſich daraus S P, und alſo auch L P = S P — S L finden. Vergleicht man nun L P mit der aus der Parallaxe bekannten Entfernung des Mondes von der Erde, ſo zeiget ſich: daß bey verſchiedener Entfernung des Mondes von der Oberfläche der Erde auch L P bald größer bald klei⸗ner, als die Entfernung des Mondes ſey, und alſo manch⸗mal die Spitze des Schattenkegels vom Monde die Erde er⸗reiche, oder ſich gar in ſelbe verſenke: zu andern Zeiten aber von ihrer Oberfläche entfernet bleibe.

I. Kommen alſo die beſagten zween Körper in diejenige Lage und Entfernung, daß der Schatten des Mondes die Erde erreichet, und auf dieſelbe auffällt: ſo muß nothwen⸗dig eine gänzliche jedoch nur ſcheinbare Verfinſterung der Sonne an allen jenen Orten entſtehen, wo der Schat⸗ten auffällt.

II. Da das erſte aber nicht möglich iſt, außer in ☽ ☌ ☉, und zwar in einer ſolchen Lage, daß er in den Knoten ſeiner Laufbahn, oder doch ſeine Declination nicht kleiner iſt, als die Summe von den Semidiametern der Erde und des Mondes: ſo iſt es leicht zu erachten, warum nur

in dem Neulichte, iedoch nicht in iedem Neulichte des Mondes eine Sonnenverfinſterung geſchieht.

III. Die Finſterniß wird eine Weile anhalten, wenn nicht nur die Spitze des Schattenkonus von dem Monde, auf die Erde hinreichet.

IV. Der Mondsſchatten fällt bald auf das nördliche, bald auf das ſüdliche Hemisſphärium der Erde; denn der Mond hat bald eine nördliche bald ſüdliche Declination, wenn er ſich nicht ſelbſt in den Knoten ſeiner Laufbahn befindet; er decket uns aber zuerſt die weſtliche Seite der Sonne, weil ſeine Bewegung von Occident gegen Orient geht.

§. 589.

Von dem Schatten des Mondes iſt der Halbſchatten (penumbra) wohl zu unterſcheiden; nämlich derienige Raum, in welchen nicht von iedem, aber doch von einigen Theilen der Sonne Stralen kommen, iſt der Halbſchatten, weil er heller, als der ganze Schatten, und gleichwohl dunkler, als die völlig erleuchteten Gegenden iſt.

I. Der Mond hat neben dem wahren und vollkommenen Schatten auch einen Halbſchatten; denn auf den Raum V R P (Fig. IX.) kann von M; und auf N Q P von O aus kein Licht auffallen.

II. Auch der Halbſchatten verurſachet eine Sonnenfinſterniß, obgleich nur zum Theile; denn in der Gegend der Erde, wo er auffällt, muß man wirklich einen Theil der Sonne verfinſtert ſehen.

III. Da

III. Da ſich der Halbſchatten weiter ausbreitet als der ganze: ſo ſieht man wohl, daß ſich die Theil-Sonnenfinſterniſſe öfter, als eine ganze, und an mehrern Orten zugleich ereignen können.

* Caſſini hat bey einer Theilfinſterniſſe der Sonne an den äußerſten Spitzen des Schattens eine Vergrößerung bemerket, die mit dem ſphäriſchen Rande des Mondes nicht eintrifft; er hat ſie alſo billig einer Atmosſphäre des Mondes zugeſchrieben, und dieſe iſt folglich nimmer zu läugnen, ſo wenig als man Grund hat an der Obſervation zu zweifeln.

§. 590.

Auch die Länge des Erdeſchattens, und 2) ſogar die Grösse von den Durchſchnitten des Schattens, ſo, wie er auf den Mond auffällt, läßt ſich beſtimmen. Das erſte erhellet ſchon aus dem obigen (§. 583.), wenn man nur den Durchmeſſer des Mondes für den Durchmeſſer der Erde gelten laſſen will. Das zweyte zeigt man auf die folgende Weiſe. S t ſey (Fig. X.) die Entfernung der Sonne von der Erde, l t die Entfernung des Mondes: t e f iſt alſo die Horizontalparallaxe der Sonne, f g t die Horizontalparallaxe des Mondes, und der äußere Winkel g t h = f e t + f g t die Summe beyder Parallaxen. Zieht man von dieſer Summe den Semidiameter der Sonne l t h = e t S ab, der bey ſo einem kleinen Winkel, immer dem Sinus gleich geſetzt werden kann: ſo iſt der Reſt = dem Sinus g t h − l t h = g h − l h = g l, d. i., der Semidiameter des Schattens iſt gleich der Summa von den

beyden

beyden Parallaxen der Sonne und der Erde, wenn man von ihr den Semidiameter der Sonne abzieht.

I. Wenn der Mond in der ☍ ☉ iſt, und ſich in den Knoten der Ekliptik befindet, oder doch wenigſtens keine gröſzere Breite hat, als die Summe von den ſcheinbaren Durchmeſſern des Mondes und des Erdeſchattens beträgt: ſo entſteht nothwendig eine wahre Verfinſterung des Mondes; denn in der beſagten Lage muß der Schatten der Erde, deren Mittelpunkt (ſo wie auch der Mittelpunkt des Schattens) ſtäts in der Ekliptik bewegt wird, allemal auf den Mond hinfallen.

II. Dieſe Finſterniß wird central ſeyn, wenn die Mittelpunkte der Sonne, der Erde und des Mondes in einer geraden Linie liegen, und zwar mit einer längern oder kürzern Verweilung, ie nachdem der Durchmeſſer des Schattens den Durchmeſſer des Mondes mehr oder weniger übertrifft.

III. Sie kann auch total ſeyn, ohne das ſie central iſt; denn der gröſſere Schatten der Erde kann auch das ganze Hemiſphärium des Mondes einhüllen, ohne daß die Mittelpunkte der Sonne, des Mondes und der Erde in einer Linie liegen; wie ſich das aus dem Theorem des gegenwärtigen §. abnehmen läßt.

IV. Allgemein zu reden werden alle dieienige Theile des Mondes verfinſtert, auf die der Schatten der Erde fällt, nach Verſchiedenheit der Mondesbreite aber bald die ſüdlichen, bald die nördlichen.

V. Die

V. Die Verfinſterungen müſſen an den nämlichen Theilen des Mondes, gleichgroß, und in allen jenen Gegenden der Erde geſehen werden, welche zugleich von dem Monde erleuchtet werden; denn es geht eine wahre Verfinſterung der vorhin erleuchteten Theile vor.

VI. Der Mond erſcheint ſchon vor und noch einige Zeit nach der Verfinſterung blaß; weil die Erde an den beyden Gränzen ihres wahren Schattens, auch einen Halbſchatten wirft.

VII. Die Urſache, warum man den Mond auch bey ſeiner Verfinſterung noch ſehen kann, iſt eigentlich in der Atmoſphäre unſerer Erde aufzuſuchen, welche die Sonnenſtralen oft häufig genug refringirt, und in den Mond hinauſwirft.

* So wie der Mond im Schatten der Erde, ſo werden auch die Trabanten des Jupiters in deſſen Schatten verfinſtert; die Immerſion dieſer Trabanten iſt alſo eine wahre Finſterniß. Hingegen iſt der Durchgang der Venus und des Merkurius durch die Sonne in der Geſtalt einer ſchwarzen Mackel, das im Kleinen, was die Sonnenfinſterniß durch den Mond im Großen iſt, eine Verdeckung des Sonnelichts.

Von der Abwechſelung der Jahreszeiten und der Tageslänge.

§. 591.

Das Sonnelicht fällt nicht nur wegen der täglichen Bewegung der Erde um ihre Achſe, ſondern auch wegen ihrer

rer iährlichen Bewegung in der Ekliptik immerdar auf andere und andere Gegenden der Erde ſenkrecht auf; denn ſowohl wegen der erſten, als wegen der zwenten Bewegung kömmt immerdar eine andere Gegend des Erdbodens in die der Sonne gerade gegenüberſtehende Lage.

I. Es muß alſo in iedem merklichen Zeitpunkte des nämlichen Tages ein anderes Hemiſphärium der Erde, und eine andere Helfte desienigen Zirkels erleuchtet werden, welchen die Sonne am nämlichen Tage um die Erde zu beſchreiben ſcheint; dieſer Zirkel aber ſelbſt muß ieden Tag wieder ein anderer ſeyn.

II. Nachdem das Stuck dieſes Zirkels, welches über den Horizont was immer für einer Gegend der Erde erhaben iſt, größer oder kleiner iſt, demnach iſt auch der Tag in dieſer Gegend länger oder kürzer. 1.) Unter dem Aequator alſo, und den Orten, welche nicht weit davon entfernet ſind, iſt die Tageslänge beynahe immerdar gleich; weil faſt immer der halbe Theil des Sonnenzirkels über ihren Horizont erhaben iſt. 2.) Bey den weiter entfernten Völkern aber gegen Norden und Süden iſt der Tag bald länger bald kürzer nach dem beſagten Verhältniſſe. 3.) Iſt der Zirkel, den die Sonne täglich zu beſchreiben ſcheint, auf der Aequatorsfläche: ſo iſt auf der ganzen Erde Tag und Nacht gleich lange: weil die Helfte dieſes Zirkels von allen Gegenden der Erde aus ſichtbar iſt. 4.) Jedoch in den beyden Polen, deren Geſichtskreis der Aequator ſelbſt iſt, müßte die Sonne in dieſem Zirkel die ganzen 24 St. hindurch am Horizont herum geſehen werden, daß alſo die Abwechſelung

des

des Tages und der Nacht hier allerdings nicht Statt hat. 5.) Folglich müßten dieienigen, die etwa unter einem Pole z. B. unter dem Südpole wohnten, das ganze halbe Jahr, durch welches ſich die Sonne in den nördlichen Zeichen zu befinden ſcheinet, Nacht haben. Eben dieß iſt auch vom Nordpole zu verſtehen, da ſich die Sonne in den ſüdlichen Zeichen zu bewegen ſcheinet.

* Dieſe Sätze ſind aber eben nicht im genauen Verſtande zu nehmen; denn, da die Sonne größer iſt, als die Erde: ſo kann es nicht gerade ein gemeſſenes Hemiſphärium der Erde ſeyn, das ſie erleuchtet. Auch hat man die Refraction des Sonnelichts wohl dabey in Betrachtung zu ziehen.

§. 592.

Wen alſo die Erde in die Knoten der Ekliptik kömmt, ſo haben wir die **Aequinoctien**; und zwar das **Aequinoctium im Frühlinge**, wenn wir die Sonne im Zeichen des Widders; und das **Aequinoctium im Herbſte**, wenn wir ſie im Zeichen der Wage ſehen, und mithin die Erde ſich in den entgegengeſetzten Zeichen befindet. **Sommer** oder **Winter** aber muß bey uns zunehmen, ie nachdem ſich die Erde von den Knoten der Ekliptik mehr gegen Süden oder gegen Norden entfernet, und den Zeichen des Steinbocks, oder des Krebſes näher kömmt; denn wir ſehen die Sonne in den nördlichen Zeichen, wenn die Erde die ſüdlichen durchläuft; folglich muß in dieſer Zeit immer ein größerer Theil von dem nördlichen, als von dem ſüdlichen Hemiſphärium der Erde erleuchtet werden, und im Gegentheile ꝛc.

* Wie

* Wie mit der Tageslänge auch die Wärme zunehme, das läßt ſich leicht aus den §§. 246—255 und vorg. §. II. begreifen; nämlich die Sonnenſtrahlen fallen auf unſere Gegenden in längern Tagen auch längere Zeit, mehr ſenkrecht, und eben darum auf einen gleichen Raum häufigere, als ſonſt, auf. Aus den eben dort angeführten Gründen wird man auch erklären können, warum die größte Kälte eben nicht in den kürzeſten, ſo, wie die größte Wärme auch nicht in den längſten Tagen iſt.

Von der Ebbe und Fluth des Meeres.

§. 593.

An den Ufern des Meeres beobachtet man zwo entgegengeſetzte wechſelweiſe Bewegungen des Waſſers; Es drängt ſich dieſes in einer Zeit = 6 St. von der Mitte des Meeres gegen die Ufer heran, und fließt in eben der Zeit wieder zurück. Die erſte Bewegung wird die **Fluth**, und die zweyte die **Ebbe** genannt.

§. 594.

Beobachtungen. 1.) In den meiſten Orten, ſonderbar wo das Meer über 90° ausgedehnt iſt, ſind die Abwechſelungen der Fluth und Ebbe ſehr ordentlich, und kommen täglich, monatlich, und jährlich auf gleiche Weiſe zurück. 2.) Größtentheils beobachtet man ſie nur an den Gewäſſern, welche zwiſchen den beyden Wendzirkeln liegen, oder doch nicht zu weit davon entfernet ſind; niemal aber an den Gewäſſern bey den Erdpolen. 3.) Nach Verſchiedenheit

der Lage, Breite, und Länge des Meeres nimmt man auch eine Verſchiedenheit, und zuweilen auch eine Unordnung in den Abwechſelungen wahr.

§. 595.

Wenn wir der Deutlichkeit halber annehmen, daß der ganze Erdball ein lauteres Meer, und völlig mit Waſſer bedeckt ſey: ſo müſſen wir wegen der anziehenden Kraft des Mondes in zweenen entgegengeſetzten Punkten nothwendig eine Fluth und Ebbe dieſes Waſſers zulaſſen. Es ſey in der XI. Fig. A B C D ein großer Zirkel der Erde; in L befinde ſich der Mond: ſo muß dieſer nach dem Allgemeinen Geſetz der Schwere $= \frac{M}{D^2}$ die Theile in B ſtärker anziehen, als iene in T, und dieſe wieder ſtärker als iene in D; folglich müſſen dem Uebermaaße der Kräfte zufolge die Theile B von dem Mittelpunkte T, und der Mittelpunkt von den Theilen in D gleichſam hinweggezogen werden; und dieſe ſowohl, als iene einen Theil ihrer Schwere verlieren, der eben dieſem Uebermaaße der Kräfte gleich iſt. Ferner können die Theile in A und C nicht anderſt, als ſchief nach der Richtung C L angezogen werden. Löſet man nun dieſe ſchiefe Richtung in C T und T L auf; ſo ſieht man wohl, daß die Theile in C auch gegen den Mittelpunkt der Erde von dem Monde gezogen werden, und eine größere Schwere bekommen müſſen. Alsdenn aber wird das Gleichgewicht zwiſchen den ſchwerern Theilen in A und C, und den leichtern in B und D gehoben, und das Waſſer in B und D von dem

Waſſer A und C in die Höhe gedrückt; folglich muß es von A und C gegen B und D hinfließen, d. i. es muß in den entgegengeſetzten Punkten B und D die Fluth, in A und C aber die Ebbe entſtehen.

I. **Die Fluth und Ebbe wird** nicht durch die ganze anziehende Kraft des Mondes, ſondern **nur durch das Uebermaaß der Kräfte bewirket**, mit denen die einen, und nicht auch die andern beynahe 90° entfernten Waſſertheile angezogen werden.

II. **Die größte Erhöhung des Waſſers in B und D kann nicht wirklich dort geſchehen, wo der Mond ſenkrecht über dieſen Theilen ſteht;** denn obgleich eben dort die Schwere am kleinſten iſt: ſo wird doch zu der Bewegung des Waſſers von den Seiten A und C her einige Zeit erfordert, während welcher der Mond ſchon merklich fortrücken muß.

III. **Eine ähnliche Wirkung mit iener des Mondes muß auch die Sonne hervorbringen, wenn ſie in eben der Lage gegen die Erde iſt, obgleich dieſe Wirkung weit ſchwächer, als iene des Mondes ſeyn wird**, nicht weil die anziehenden Kräfte der Sonne ſelbſt, ſondern weil das Uebermaaß dieſer Kräfte, mit denen das Waſſer in verſchiedenen Theilen gezogen wird, weit kleiner, als bey dem Monde iſt; denn der Unterſchied der Entfernung der Sonne von B und C iſt im Vergleiche mit der Entfernung der Sonne von dem Mittelpunkte der Erde ſehr klein.

Uebri-

Uebrigens aber verhält ſich in der Wirkung der Sonne und des Mondes alles gleich.

IV. **Die gröſte Erhöhung des Waſſers wird alſo zwiſchen der Sonne und dem Monde, iedoch näher bey dem Monde,** und nach Verſchiedenheit der reſpectiven Lage dieſer beyden Körper, bald vor, bald mehr oder weniger hinter dem Monde ſeyn.

§. 596.

Aus dieſem laſſen ſich nun die Beobachtungen, die wir von der Ebbe und Fluth haben, ohne Mühe erklären.

I. Die Fluth und Ebbe entſtehet nur auf **einem weiten Meere** (§. 594. n. 1.); denn nur dort hat die erklärte Ungleichheit der Schw:re Platz. 2.) **Nur zwiſchen den Wendzirkeln,** und nahe an dieſen (n. 2. §. cit.); denn nur dort befinden ſich Sonne und Mond. 3.) **Ordentlich** oder **unordentlich,** und **verſchieden** (n. 1. 3. §. cit); wie die Weite des Meeres, die Lage der Ufer, die Geſtalt der Meerbuſen, die Ungleichheit des Meerbodens, die Communication der Gewäſſer mit dem offenen Meere gleichfalls verſchieden iſt.

II. **Die Fluth gehet alle Tage zweymal vor** (in ienen Waſſern wenigſt, die zwiſchen den Wendzirkeln, und von dieſen nicht weit gegen die Pole entfernet ſind.), weil auch der Mond zweymal, in dem untern und obern Hemiſphärium, durch den Meridian gehet, das iſt nach der Fi-

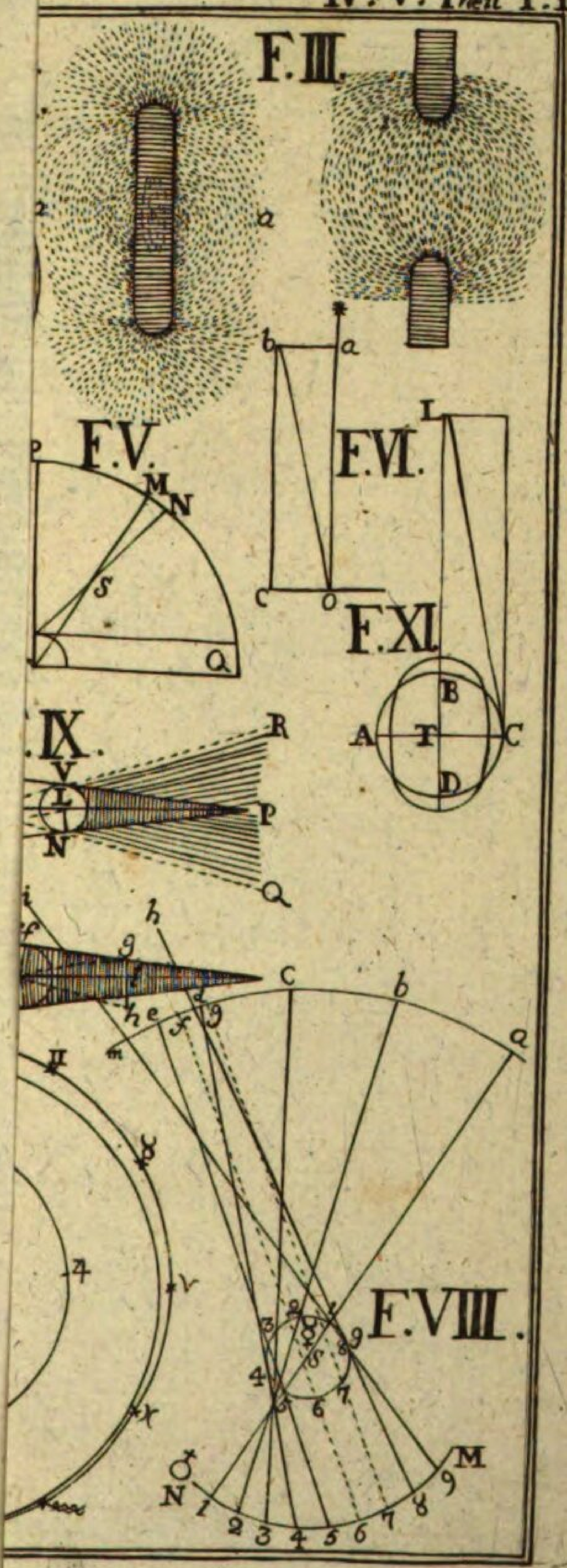
gur (§. vorg.) über B und D ſenkrecht kömmt. 2.) Da aber das Waſſer bey dem Auf- oder Untergange der Sonne unter dem Meridian ſchwerer, an der occidentalen und orientalen Seite aber leichter wird: ſo müßte auch mit dem Auf- und Untergange des Mondes die **größte Ebbe** eintreffen, wenn die Bewegung des Waſſers augenblicklich geſchehen könnte (vorg. §. II.). 3.) Gleichwie der Mond erſt nach einer Zeit = 24 St. 48′ wieder in den nämlichen Mittagskreis kömmt: ſo werden auch zu dieſer doppelten Flut und Ebbe 24 St. 48′ zu ieder einzelnen Abwechſelung aber beynahe 12 St. 24′ erfordert.

III. Auch die **monatlichen Abwechſelungen** in der Höhe der Fluth geſchehen vollkommen nach der gegebenen Erklärung; denn 1.) die Fluth und Ebbe iſt in den Syzigien des Mondes am größten, weil dort das Uebermaaß der Sonne ſowohl als des Mondes auf die nämlichen oder doch die entgegengeſetzten Theile wirken. 2.) In den Quadraturen des Mondes hingegen ſind die Wirkungen am ſchwächſten, weil die Theile, welche wegen der anziehenden Kraft des Mondes leichter werden, wegen der anziehenden Kraft der Sonne ſchwerer ſind; folglich die Wirkung des Mondes von der Wirkung der Sonne gemindert wird. Die größte Erhöhung verhält ſich zur kleinſten in dem nämlichen Monate insgemein und beynahe = 9 : 5. 3.) **Die Größe der Fluth hängt auch von der Entfernung des Mondes ab**, und ſteht mit ihr im verkehrten Verhältniße; wie man dieſes leicht aus dem vorgeh. §. III. abnehmen kann. 4.) Die **größte Fluth in dem Jahre** iſt alsdann, wann die Syzigien des Mondes

des auf die Aequinoctien treffen; denn dort werden immer die nämlichen Waſſer in beyden Hemiſphärien in der Bewegung erhalten, weil die entgegengeſetzten Punkten auf den nämlichen Zirkel, den Aequator der Erde fallen. 5.) Hingegen in den Sommer- und Winterſyzigien (da ☉ und ☽ entweder in ☌, und zugleich im Krebſe oder Steinbock, oder in ☍ und in den entgegengeſetzten Zeichen ſind) iſt die Erhöhung des Waſſers lange nicht ſo groß; weil die entgegengeſetzte Punkte nicht in dem nämlichen ſondern in den entgegengeſetzten Wendzirkeln ſind, daß alſo immer anderes und anderes Gewäſſer angezogen, und die Kraft nicht auf die nämlichen Theile verwendet wird. 6.) Das Gegentheil von n. 4. ereignet ſich, wenn die □ □ ☽ in die Aequinoctien treffen; denn hier wird die Wirkung des Mondes auf das nämliche Waſſer unter dem Aequator von der Sonne am allermeiſten geſchwächt (III. 2.) 7.) So iſt auch im Winter und Sommer die Fluth größer in den □ □ ☽ als in den Syzigien; weil die größten Wirkungen der Sonne und des Mondes ſich nicht ſo ſehr entgegengeſetzet ſind, und auf ganz verſchiedene Theile geſchehen. 8.) Endlich erhellet auch aus dem §. vorg. II. IV. die Urſache, warum die größte Erhöhung des Waſſers allererſt 3 Stunden nach dem Durchgange des Mondes durch den Meridian geſchehe; ein gleiches iſt auch von der größten täglichen, monatlichen und jährlichen Ebbe und Fluth zu verſtehen.

* Dieß ſind Haupterſcheinungen, die man in dieſer Sache beobachtet. Das auch nach dieſen Erklärungen viele Irregularitäten wegen Ungleichheit der Lage und Brei-

te des Meeres, wegen Enge des Meerbuſens, durch den die Meere eine Communication haben, u. ſ. f. (I. 3.) erfolgen müſſen, daß ſieht man ohne Mühe ein; und darum achte ich es auch für unnöthig die Einwendungen alle, welche einzig aus dieſem Grunde gemacht werden, zu widerlegen; indem man die beſagten Irregularitäten nicht als Gegengründe unſerer Theorie, ſondern wenigſtens als mittelbare Folgen von der angegebenen Urſache der Fluth und Ebbe zu betrachten hat. So bemerket man z. B. auch in einigen Flüßen Fluth und Ebbe, nicht weil ihr Waſſer leichter oder ſchwerer wird, ſondern weil ſie von der Fluth des Meeres bey ihrem Ausfluße zurückgetrieben, und zum Steigen gezwungen werden ꝛc. Ich meines Theiles bin gänzlich der Meinung, daß die Fluth und Ebbe des Meeres einen neuen Beweisgrund für das Daſeyn der allgemeinen Kraft ausmache, mit der ſich die Weltkörper gegenſeitig anziehen.


F. III.
F. V.
F. VI.
F. XI.
IX.
F. VIII.

n man nach H. Hell die

...ie Zeit, in der ſie ...ich um ihre Ach-...ſen drehen.	Neigung der Laufbahnen auf die Ekliptik.
...5 T. 12 St.	
Unbekannt.	6°. 59′ $\frac{1}{3}$.
...3 St. 20 M.	3°. 27′.
...3 St. 56 M.	
27 T.	5° ohngefähr.
	1°. 51′.
... St. 56 M.	1°. 20′.
Unbekannt.	2°. 31′.

Verbeſſerungen.

§. 150.	III.	Zeile 3.	den Durchmeſſern	lies	Quadratwurzeln der Durchmeſſer.
——	—	— 4.	$T:t = \sqrt{D^2} : \sqrt{d^2} = D : d.$	—	$T : t = \sqrt{D} : \sqrt{d}.$
——	—	— 5.	$\sqrt{R_2}\ \sqrt{r_2} = R : r$	—	$= \sqrt{R} : \sqrt{r}.$
§. 164.	—	— 3.	ſeiner Geſchwindigkeit	—	der Größe ſeiner Bewegung.
——	II.	— 3.	Geſchwindigkeit	—	Bewegung.
——	III.	— 5.	Geſchwindigkeit	—	Größe der Bewegung.
§. 175.	II.	— 1.	die Kräften	—	die gleichen Kräfte.
§. 186.	II.	— 4.	$P = \frac{M.\,ac.\,de.\,fg.}{ab.\,fg.\,gh.}$	—	$P = \frac{M.\,ab.\,fg.\,gh.}{ac.\,de.\,fg.}$
§. 192.	—	— 16.	$= 180$	—	$= 90^\circ$
——	—	— 17.	$= 180$	—	$= 90^\circ$
§. 223.	I.	— 3.	$3' : 9$	—	$3' : 9''$
——	—	— 15.	Kräfte, die eine	—	Kräfte die einte.
——	—	— 16.	ſchwächen	—	tilgen.
§. 292.	Anm.	— 4.	Dichtigkeit	—	Durchſichtigkeit.
§. 330.	—	— 14.	$Cn = Er$	—	$Cn = Er = ED.$
——	—	— 15.	$m : n$	—	$n : m.$
——	—	— 16.	$m : n$	—	$n : m.$
§. 543.	—	— 8.	Blutadern	—	Pulsadern.
——	—	— 9.	Blutadern	—	Pulsadern.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

BSB Bayerische StaatsBibliothek

MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Gabler, Matthias,

Matthias Gablers der Gottesgelehrtheit und Weltweisheit Doktors, Sr. churfü
rstl. Durchleucht zu Pfalz-Baiern etc. wirklichen Rathes, öffentlichen und
ordentlichen Lehrers in der philos. Facultät zu Ingolstadt, in dem churfü
rstl. albertinischen Kollegium Präfects der Studien, der deutschen
Gesellschaft in Jena, und der churmainzischen Akademie der Wissenschaften

München 1780

Phys.g. 131
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10131062-6
VD18 10721932